

ing into account the contact conditions of its interaction with the rock massif and nature of external forces has been developed. The principle of equal strength support elements has been formulated and optimal criteria of their design have been proposed on its base. The marginal states appearing in the process of loading of the yielding support have been considered and analyzed. The influences of the backfill material properties on the bearing capacity of the support and the rational conditions and parameters of frame yielding support have been determined.

Originality. The method for determination of the steel frame support carrying capacity has been developed on the principles of equal strength and the optimal criteria. It takes into account the marginal states appearing in the

support elements depending on the external loading by the rock massif.

Practical value. The method of calculation of the mine frame support bearing capacity has been developed. The method is based on the equal strength principle of support elements. This allows us to design the mine working with rational parameters of support and to reduce consumption of metal.

Keywords: *mining frame support, numerical simulation, marginal state, principle of equal strength, criteria of optimality*

*Рекомендовано до публікації докт. техн. наук
Г.І. Гайком. Дата надходження рукопису 28.12.12.*

УДК [622.831.322:551.24].001.6

П.Е. Филимонов, канд. тех. наук

Публичное акционерное общество „Шахта им. А.Ф. Засядько“, г. Донецк, Украина, e-mail: igtmnanu@yandex.ru

ИСПЫТАНИЯ СПОСОБА КОНТРОЛЯ БУРЕНИЯ И ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОПЕРЕЖАЮЩИХ СКВАЖИН ПО ПАРАМЕТРАМ АКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА

P.Ye. Filimonov, Cand. Sci. (Tech.)

Public Joint Stock Company “Shakhta im. A.F. Zasyadko”, Donetsk, Ukraine, e-mail: igtmnanu@yandex.ru

TESTING OF THE METHOD OF MONITORING AND EVALUATION OF THE ADVANCE BORES DRILLING EFFECTIVENESS BY ACOUSTIC SIGNAL PARAMETERS

Цель. Проведение испытаний и подтверждение эффективности способа контроля бурения и оценки эффективности опережающих скважин по параметрам акустического сигнала для снижения выбороопасности угольного пласта.

Методика. Применены методы контроля бурения, сравнительного анализа, системно-комплексный подход. Методика предусматривает бурение опережающих скважин, регистрацию акустического сигнала, формирующегося при бурении скважин в угольном пласте, и его обработку на персональном компьютере.

Результаты. Разработана программа, методика и проект руководства по применению способа контроля бурения и оценки эффективности опережающих скважин по параметрам акустического сигнала в условиях АП „Шахта им. А.Ф. Засядько“.

Разработанный способ обеспечил безопасное бурение и оценку выбороопасности массива по результатам бурения опережающих скважин. В результате испытаний установлено, что фактические параметры способа соответствуют техническим требованиям. В процессе испытаний были получены следующие показатели эксплуатации скважин: подвигание забоя составило 50–70 м в месяц, а в конвейерном ходе уклонной лавы пласта m_3 в отдельные месяцы подвигание забоя составило 100–110 м. Призабойная часть пласта существенно дегазирована, задержка деформаций и связанные с ней негативные последствия отсутствовали. Применение скважин позволило сохранить устойчивость пород непосредственной кровли выработки, более эффективно устанавливать дополнительную анкерную крепь и тем самым поддерживать выработку в удовлетворительном состоянии.

Научная новизна. Заключается в установлении закономерностей изменения величины сорбционного показателя и коэффициента пригрузки в процессе бурения опережающих скважин.

Практическая значимость. Заключается в разработке руководства по применению способа контроля бурения и оценки эффективности опережающих скважин по параметрам акустического сигнала в условиях АП „Шахта им. А.Ф. Засядько“.

Ключевые слова: *способ контроля бурения, опережающие скважины, параметры акустического сигнала, снижение выбороопасности*

Постановка проблемы и ее связь с важными научными и практическими заданиями. Среди проблем, стоящих перед угольной промышленностью и

влияющих на добычу угля, наиболее острой остаётся ускорение проведения подготовительных выработок, обеспечивающих необходимую и своевременную подготовку фронта очистных работ [1–3].

Постоянно возрастающая глубина разработки является одним из доминирующих факторов, негативно влияющих на показатели работы шахт. Интенсификация работ и рост глубины разработки сопряжены с дальнейшим увеличением основных естественных опасностей – проявлений внезапных выбросов угля и газа. Так, в период с 1951 по 2007 гг., на шахтах Донбасса произошло 5866 случаев выбросов угля и газа [4, 5].

Добыча угля из глубоких шахт во всем мире также связана с пересечением складчатых геологических структур и других нарушений с анизотропными свойствами, которые удерживают метан и другие флюиды. Вследствие этого технология добычи существенно усложняется. И вдобавок наличие в крайне напряженном массиве горных пород метана приводит к слабо прогнозируемым проявлениям горного давления и целого ряда геодинамических и газодинамических явлений. Для повышения скорости пересечения подготовительными выработками и лавами зон повышенной опасности нужны новые способы их перехода. Поэтому разработка новых способов, направленных на снижение выбросоопасности угольных пластов, является актуальной научной проблемой.

Анализ исследований и публикаций. Анализ проведенных исследований, действующих нормативов, правил и других материалов показал, что проблема усовершенствования способов перехода геологических нарушений в условиях глубоких шахт пока что развита недостаточно [6]. Первые шаги разработки способов перехода геологических нарушений в условиях глубоких шахт изложены в работах Боброва И.В., Сушко И.Л., Божко В.Л., Стихачева В.И. и других известных ученых. Отсутствие научных основ сдерживает развитие работ по повышению скорости пересечения складчатых структур и других геологических нарушений путем их дегазации системой подземных и поверхностных буровых скважин.

Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы. Обзор работ показывает, что до настоящего времени не решена задача разработки способа контроля бурения и оценки эффективности опережающих скважин по параметрам акустического сигнала как меры, направленной на снижение выбросоопасности угольных пластов.

Формулировка цели статьи (постановка задания). Целью статьи является проведение испытаний, подтверждение эффективности способа контроля бурения и оценки эффективности опережающих скважин по параметрам акустического сигнала для снижения выбросоопасности.

Изложение основного материала. Приемочные испытания способа контроля бурения и оценки эффективности опережающих скважин по параметрам акустического сигнала проведены в соответствии с „Программой и методикой“, согласованной с Центральной комиссией по вопросам вентиляции, дегазации и борьбы с газодинамическими явлениями на шахтах Украины и утвержденной директором АП „Шахта им. А.Ф. Засядько“,

„Руководством по применению способа контроля бурения и оценки эффективности опережающих скважин по параметрам акустического сигнала в условиях АП „Шахта им. А.Ф. Засядько“.

Приемочные испытания способа контроля бурения и оценки эффективности опережающих скважин по параметрам акустического сигнала в условиях АП „Шахта им. А.Ф. Засядько“ проведены в 13-м западном конвейерном штреке пласта l_1 , конвейерном ходке восточной уклонной лавы пласта m_3 , вентиляционном ходке уклонной лавы пласта l_1 , 13-м восточном конвейерном штреке пласта l_1 с октября 2005 г. по октябрь 2006 г. В результате приемочных испытаний установлено следующее.

Способ основан на зависимости параметров акустического сигнала от напряженно-деформированного состояния призабойной части угольного пласта. Способ предусматривает регистрацию акустического сигнала, формирующегося при бурении скважин в угольном пласте, и его обработку на персональном компьютере.

Область применения способа – подготовительные выработки на выбросоопасных угольных пластах l_1 и m_3 АП „Шахта им. А.Ф. Засядько“.

В качестве специальных средств для реализации способа используются: аппаратура передачи акустического сигнала из забоя на поверхность; персональный компьютер; программа обработки и анализа акустической информации.

Порядок реализации способа и использования результатов изложен в паспортах проведения и крепления выработок. Способ осуществляется персоналом участков контроля за аэродинамическими показателями (КАП) и проходческих работ, прошедшим специальное обучение. Руководство работами осуществляется начальником участка КАП. Параметры опережающих скважин следующие: длина – не менее 30 м; диаметр – не более 80 мм; количество – не менее 5; неснижаемое опережение – не менее 10 м.

Расположение скважин в забое: № 1 – в середине забоя, бурение вдоль оси выработки; № 2 и 3 – слева и справа на расстоянии 0,8–1,2 м под углом 3–5° к оси выработки в сторону массива; № 4 и 5 – слева и справа от № 2 и 3 на расстоянии 0,8–1,2 м под углом 6–8° к оси выработки. Количество и размещение скважин может быть изменено после проведения соответствующих экспериментальных работ.

Скважины располагались в верхней (или нижней) части угольного пласта, оставляя нижнюю (или верхнюю) часть для бурения дополнительных скважин. Очередность бурения скважин: вначале № 1, затем 2 и 3, затем 4 и 5. Все скважины пробурены на проектную длину. Если забой скважины вошел во вмещающую породу, то бурение осуществляют заново, сместив устье скважины в пласт по вертикали.

Для регистрации акустического сигнала сейсмоприемник (подземный блок аппаратуры передачи акустического сигнала) устанавливался на расстоянии 1–3 м от забоя в левой стенке – при бурении скважин справа и

в центре, в правой стенке – при бурении слева, и подключался к системе передачи сигнала на поверхность. Сейсмоприемник закреплялся на глубине 0,3–0,5 м путём 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 1,0 м). Регистрация акустического сигнала велась непрерывно на протяжении интервала бурения. Контроль за безопасностью бурения скважин осуществлял горный мастер участка КАП, а обработку акустического сигнала на компьютере – оператор сейсмопрогноза. После завершения бурения очередного интервала горный мастер сообщал об этом оператору и запрашивал результаты прогноза на следующий интервал бурения. Горный мастер участка ПРТБ контролировал соблюдение технологии бурения и выполнял замер объема выбуриваемого штыба с каждого метра бурения.

Акустический сигнал из наземного блока аппаратуры вводился в компьютер, обработка сигнала осуществлялась в автоматическом режиме в процессе бурения. Информативным параметром служит 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 сравнивается с критическим значением и при его превышении компьютер выдает сообщение „Опасная ситуация“ при длине скважины до 20 м и „Опасно по зажатию бурового инструмента“ при большей длине. Если получено сообщение „Опасная ситуация“ – бурение скважины останавливалось, приступали к бурению соседней. Если и при её бурении получено такое же сообщение, то между ними бурили дополнительную (одну или более) скважину со смещением по вертикали. После получения прогноза „Неопасно“ – в очередной скважине добуривали все остальные до проектной длины. Критические значения коэффициентов пригрузки определены, исходя из опыта бурения опережающих скважин в период разработки способа.

Признаками наличия активного геологического нарушения служат: превышение значений коэффициента пригрузки критического уровня по трем и более скважинам на одинаковом расстоянии от забоя; повышение в этой зоне и в 3–5 м за ней объема выбуриваемого штыба в 5 раз и более; вынос штыба в струе газа из зоны высоких значений коэффициентов пригрузки по трем и более скважинам.

При получении по трем и более скважинам сообщения „Опасно по зажатию бурового инструмента“, за 5 м до подхода забоя к этой зоне выполняется бурение не менее 2-х разведочных скважин (в кутках) на предмет выявления непрогнозируемого нарушения (опасной зоны).

Бурение опережающих скважин считается эффективным при следующих условиях: средние значения коэффициента пригрузки по всем скважинам, исклю-

чая первую, не превышают 2 или становятся ниже этого уровня по мере увеличения числа скважин; при наличии значений коэффициента пригрузки больше критического уровня, по мере увеличения числа скважин, максимальные значения становятся ниже этого уровня.

Проведение выработки после бурения опережающих скважин и отхода забоя на 6 м (при отсутствии прогнозируемого геологического нарушения на расстоянии до 10 м) осуществлялось с контролем выбросоопасности в соответствии с „Руководством по применению на шахтах Донбасса способа контроля выбросоопасности призабойной части массива в подготовительных выработках по параметрам акустического сигнала“.

Целью приемочных испытаний служит оценка работоспособности разработанного способа и целесообразности его практического применения. Задачи испытаний включали: проверку параметров способа; определение надежности способа контроля бурения и оценки эффективности опережающих скважин; корректировку „Руководства по способу бурения“ и программы обработки акустической информации; утверждение „Руководства ...“ в качестве нормативного документа для условий АП „Шахта им. А.Ф. Засядько“.

При проведении приемочных испытаний выполнено бурение 260 скважин, в том числе 17 при переходе геологических нарушений дизъюнктивного и пликативного типа.

Горно-геологические и горнотехнические условия проведения испытаний следующие. Угольный пласт l_1 в пределах 13-го западного и восточного штреков, вентиляционного ходка уклонной лавы и пласт m_3 в пределах конвейерного ходка восточной уклонной лавы опасные по внезапным выбросам угля и газа, марка угля Ж, выход летучих веществ 31–33 %, природная газосодержательность 19–23 м³/т.с.б.м.

Мощность пласта l_1 равна 1,69–2,24 м, пласта m_3 1,7–2,3 м. Пласты сложного строения: пласт l_1 состоит из 5 пачек, пласт m_3 – из 3 пачек. Угол падения пластов 5–21°. Непосредственная кровля пласта l_1 представлена аргиллитом мощностью 0–3 м (коэффициент крепости $f = 2-4$) и алевролитом мощностью 0–5 м ($f = 7,6$). В основной кровле залегает песчаник мощностью 15–34 м ($f = 5,4-11,2$). Почва пласта сложена алевролитом мощностью 1–5 м ($f = 2,3-6,9$) и песчаником мощностью 3–30 м ($f = 3-10$). Кровля пласта m_3 представлена аргиллитом мощностью 10,5–26,4 м ($f = 3-5$), в почве пласта залегает алевролит мощностью 1,9–20,5 м ($f = 3-7$). Залегание пласта l_1 и вмещающих пород осложняется средней и мелкой складчатостью 3–4 порядков с изменением углов падения в крыльях от 3 до 12°, а также мелкими дизъюнктивными нарушениями с амплитудой смещения до 1,0 м.

Горные работы по пласту m_3 на большом протяжении производятся в зоне влияния тектонических нарушений 1–4 порядков: флексуры, антиклинальные и синклиналильные складки, пликативные нарушения 3–4-го порядков, осложненные дизъюнктивными нарушениями с амплитудой смещения до 1,4 м.

Проведение выработок производится комбайновым способом с применением арочной крепи. Согласно приказу, отработка пластов осуществляется с применением противовыбросных мероприятий с дополнительным контролем выбросоопасности по параметрам акустического сигнала.

При проведении приемочных испытаний способа контроля бурения и оценки эффективности опережающих скважин опробовано несколько схем размещения скважин в забое и очередности их бурения. В 13-м западном конвейерном штреке пласта бурили 5 скважин длиной 30 м, в вентиляционном ходе уклонной лавы пласта осуществлялось бурение 6-ти скважин длиной 40 м в одном цикле. В 13-м восточном конвейерном штреке вначале бурили 5 скважин длиной 31 м, затем бурение скважин в цикле чередовалось по 3 и 2 скважины таким образом, чтобы

забой двигался по обработанному массиву пятью скважинами. В конвейерном ходе восточной уклонной лавы пласта m_3 первоначально в цикле выполнялось бурение 6-ти, а затем 5-ти скважин длиной 30–32 м.

В общей сложности в процессе проведения приемочных испытаний выполнено бурение 260 скважин, в том числе в зоне геологического нарушения 17 скважин. Геологическое нарушение встречено забоем 13-го восточного конвейерного штрека пласта l_1 (ПК 29) – сброс со смещением пород 0,6 м.

Таким образом, объемы испытаний соответствуют требованиям „Программы и методики ...“: общее количество 160 скважин, в том числе 16 скважин – в аномальных зонах.

В табл. 1 приведены средние и максимальные значения коэффициента пригрузки.

Таблица 1

Результаты статистической обработки значений коэффициента пригрузки

Наименование выработки	Количество значений в выборке	Средние		Максимальные, до 20 м		Максимальные, более 20 м	
		средн.	среднеквадратическое отклонение (СКО)	средн.	СКО	средн.	СКО
1. Конвейерный ходок восточной уклонной лавы пласта m_3	90	1,54	0,59	2,2	0,99	2,05	1,05
2. Вентиляционный ходок уклонной лавы пласта l_1	67	1,5	0,42	2,03	0,64	1,92	0,8
3. 13-й западный конвейерный штрек пласта l_1	37	1,51	0,55	2,0	0,8	2,08	1,24
4. 13-й восточный конвейерный штрек пласта l_1	66	1,21	0,32	1,68	0,56	1,46	0,74

При бурении отдельных скважин максимальные значения коэффициента пригрузки превышали критический уровень, однако при бурении соседних скважин коэффициент пригрузки существенно снижался. Средние значения в цикле бурения скважин всегда ниже критического уровня, что позволяет сделать вывод об эффективности опережающих скважин в качестве противовыбросных мероприятий. В табл. 1 даны результаты статистической обработки коэффициента пригрузки, из которой следует, что средние значения этого параметра отличаются лишь для 13-го восточного конвейерного штрека – 1,21, в остальных выработках – около 1,5. Максимальные значения наиболее высокие в конвейерном штреке пласта m_3 (2,2), минимальные – в 13-м восточном конвейерном штреке пласта – 1,68. Приведенные средние значения коэффициента пригрузки отражают более низкую степень выбросоопасности при проведении подготовительных выработок на восток от уклонов. Результаты измерений, выполненных при проведении приемочных испытаний, сводятся к следующему. Для подтверждения выводов об эффективности опережающих скважин в качестве противовыбросных мероприятий при проведении приемочных испыта-

ний в подготовительных выработках выполнен комплекс измерений, который в себя включал: контроль выбросоопасности по техногенному акустическому сигналу; бурение скважин длиной 6 м, определение величины зоны разгрузки и положения максимума горного давления; измерение динамики начальной скорости газовыделения; измерение сорбционных показателей угольного пласта. Комплекс исследований был направлен на оценку напряженно-деформированного состояния призабойной части угольного пласта и газосодержания в нем. Способы оценки, кроме измерения сорбционных показателей, имеют статус нормативных (п.п. 6.3.5, 6.3.6 „Правил ведения горных работ на пластах, склонных к газодинамическим явлениям“, СОУ 10.1.00174088.011-2005).

Как правило, интервалы горных выработок, в которых по техногенному акустическому сигналу получен прогноз „опасно“, приурочены к началу движения забоя после очередного цикла бурения скважин. Этот факт обусловлен тем, что после бурения скважин уменьшается несущая способность угольного пласта, межслоевые деформации в породах кровли начинают развиваться от пласта и постепенно перемещаются вверх по

разрезу. Таким образом, вначале увеличивается высокая частота за счет возникновения резонансных явлений в слоях малой мощности, что приводит к смещению спектра в целом в область более высоких частот, что совпадает с явлением задержки деформаций на удаленных от пласта контактах и служит свидетельством входа забоя в выбросоопасную зону. Учитывая это, в руководстве по применению опережающих скважин на первых 6-ти метрах подвигания забоя после очередного цикла бурения (в зоне двойной обработки массива и его интенсивной дегазации) результаты прогноза выбросоопасности к учету не принимаются.

В табл. 2 приведены результаты статистической обработки определения величины зоны разгрузки, расстояния до максимума горного давления, максимальных значений начальной скорости газовыделения и приращений давления десорбированного газа в замкнутом пробозаборнике за 30 секунд (сорбционный показатель).

Из таблицы следует существенная разгрузка и дегазация угольного пласта за счет бурения опережающих скважин:

- около 60 % значений величины зоны разгрузки и более 90 % расстояний до максимума горного давления превышают длину контрольных скважин – 6 м;

- максимальные значения начальной скорости газовыделения не превышают 2,72 л/мин., а их средние значения – около 0,5 л/мин.;

- максимальные значения сорбционных показателей (единичные замеры) в 1,5–3 раза, а средние значения в 6–12 раз, меньше критических для пластов l_1 и m_3 . Критические значения, определенные при разработке способа, для проб, отобранных с глубины 2 и 3 м, для пласта l_1 и m_3 , равны, соответственно, 87 и 98 мм рт.ст., 96 и 106 мм рт.ст.

Таким образом, контроль выбросоопасности по параметрам акустического сигнала и, в большей мере, измерения напряженно-деформированного состояния призабойной части угольного пласта, степень его дегазации подтверждают достаточную эффективность опережающих скважин для предотвращения выбросов угля и газа.

Таблица 2

Результаты анализа экспериментальных данных

Наименование выработки	К-во замеров	Зона разгрузки		Расстояние до максимума горного давления		Значения начальной скорости газовыделения, л/мин, (макс./ср.)	Величина сорбционного показателя, мм рт. ст. (макс./ср.)	
		мин. значения, м	кол-во значений, больших длины скважины, %	мин. значения, м	кол-во значений, больших длины скважины, %		глубина отбора проб	
							2 м	3 м
1. Конвейерный ходок восточной уклонной лавы пласта m_3	90	3,0	67	4,0	99	0,98/0,50	35/11	37/13
2. Вентиляционный ходок уклонной лавы пласта l_1	100	2,5	63	4,0	95	1,47/0,49	70/10	90/12
3. 13-й западный конвейерный штрек пласта l_1	43		53	4,5	91	2,72/0,53	30/8	55/11
4. 13-й восточный конвейерный штрек пласта l_1	69	2,0	59	4,0	90	1,68/0,50	38/12	43/18

В процессе испытаний были получены следующие технико-экономические показатели эксплуатации скважин. При применении опережающих скважин, в качестве мер борьбы с выбросами угля и газа, среднее подвигание забоя составило 50–70 м в месяц, а в конвейерном ходке уклонной лавы пласта m_3 в отдельные месяцы подвигание забоя составило 100–110 м. При этом следует учесть, что призабойная часть пласта существенно дегазирована, задержка деформаций и связанные с ней негативные послед-

ствия отсутствовали. Применение скважин позволило сохранить устойчивость пород непосредственной кровли выработки, более эффективно устанавливать дополнительную анкерную крепь и тем самым поддерживать выработку в удовлетворительном состоянии. Последнее обстоятельство имеет существенное значение в определении экономических показателей нового способа.

В табл. 3 дан анализ соответствия разработанного способа техническим требованиям.

Анализ основных параметров испытуемого способа

Параметры способа		Результат сравнения
Технические требования	Фактические данные	
1. Назначение - обеспечение безопасности бурения опережающих скважин в качестве противовибросного мероприятия и оценка эффективного устранения выбросоопасной ситуации	1. На основе вычисления и анализа коэффициента пригрузки по параметрам акустического сигнала обеспечена безопасность бурения скважин и оценка их эффективности	Соответствует
2. Обработка акустического сигнала должна выполняться на персональном компьютере в реальном времени при поинтервальном бурении скважины	2. Обработка акустического сигнала выполняется на персональном компьютере в реальном времени при поинтервальном бурении скважины	Соответствует
3. Между забоем, где бурят скважины, и оператором, обрабатывающим акустический сигнал, должна быть двухсторонняя связь	3. Применение аппаратуры передачи акустического сигнала обеспечивает двустороннюю связь горного мастера, руководящего бурением скважин, и оператором, обрабатывающим акустический сигнал	Соответствует
4. По прогностическим параметрам необходимо установить критический уровень, при котором необходимо останавливать бурение, чтобы не допустить развязывания выброса	4. По величине коэффициента пригрузки установлен критический уровень, который введен в программу обработки и его превышение сопровождается сообщением на дисплее об опасной ситуации	Соответствует
5. Результаты обработки должны сохраняться в базе данных и могут быть распечатаны на бумажном носителе	5. Результаты обработки сохраняются в базе данных, выводятся на экран и могут быть распечатаны на бумажном носителе	Соответствует

В процессе испытаний выявлены следующие недостатки способа проведения подготовительных выработок (табл. 4).

Таблиця 4

Перечень выявленных недостатков способа проведения подготовительных выработок и пути их устранения

Выявленные недостатки	Пути их устранения
1. Из практики применения опережающих скважин, в отдельных случаях нет необходимости бурить все 5 скважин при одном положении забоя, можно их бурение организовать в 2 приема	1. Внести изменения в „Руководство по способу“
2. Разведка геологических нарушений не входит в круг поставленных задач	2. Внести изменения в „Руководство по способу“
3. „Руководство ...“ по применению способа содержит ряд технических ошибок и требует дополнительной редакции	3. По замечаниям комиссии и представителей шахты выполнить редакцию „Руководства ...“

По результатам приемочных испытаний сделаны следующие **выводы**.

1. Приемочные испытания способа контроля бурения и оценки эффективности опережающих скважин по параметрам акустического сигнала в условиях АП „Шахта им. А.Ф. Засядько“ выполнены в соответствии с программой и методикой, проектом руководства по применению способа.

2. Разработанный способ обеспечивает безопасное бурение и оценку выбросоопасности массива по результатам бурения опережающих скважин.

3. Фактические параметры способа соответствуют техническим требованиям. Приемочные испытания способа контроля бурения и оценки эффективности опережающих скважин считать завершенными, а способ – выдержавшим испытания.

4. В процессе испытаний были получены следующие показатели эксплуатации скважин: подвигание забоя составило 50–70 м в месяц, а в конвейерном ходе уклонной лавы пласта m_3 в отдельные месяцы подвигание забоя составило 100–110 м. Призабойная

часть пласта существенно дегазирована, задержка деформаций и связанные с ней негативные последствия отсутствовали. Применение скважин позволило сохранить устойчивость пород непосредственной кровли выработки, более эффективно устанавливать дополнительную анкерную крепь и тем самым поддерживать выработку в удовлетворительном состоянии.

Список литературы / References

1. Выбросы угля, породы в шахтах Донбасса (1906–2007) / [Н.Е. Волошин, Л.А. Вайнштейн, А.М. Брюханов и др.]. – Донецк: „Кассиопея“, 2008. – 915 с.

Voloshin, N.Ye., Vainshtein, L.A. and Bryukhanov, A.M. (2008), *Vybrosy uglya, porody v shakhtakh Donbassa* [Emissions of Coal and Rock in the Mines of the Donets basin (1906–2007)], Cassiopeia, Donetsk, Ukraine.

2. Состояние и перспективы решения проблемы газодинамических явлений в шахтах / А.И. Бобров, А.В. Агафонов, И.И. Баличенко [и др.] // Уголь Украины. – 1997. – № 2–3. – С. 9–13.

Bobrov, A.I., Agafonov, A.V. and Balichenko, I.I. (1997), "State and prospects of solution of the problem of gas-dynamic phenomena in mines", *Ugol Ukrainy*, no.2-3, pp. 9-13.

3. Бобров А.И. Новое направление повышения безопасности работ на выбросоопасных пластах / А.И. Бобров, И.С. Фридман // Уголь Украины. – 1994. – №1. – С. 33–36.

Bobrov, A.I. and Fridman, I.S. (1994), "The new way of work safety improvement in outburst-prone strata", *Ugol Ukrainy*, no.1, pp. 33-36.

4. Кузьяра В.И. О причинах роста выбросоопасности на период до 2000–2005 гг./ В.И. Кузьяра, А.И. Сусло, С.Н. Осипов // Уголь Украины. – 1992. – № 2. – С. 46–50.

Kuzyara, V.I. Suslo, A.I. and Osipov, S.N. (1992), "About the causes of the of outburst risk growth for the period of 2000–2005", *Ugol Ukrainy*, no.2, pp. 46-50.

5. Волошин Н.Е. Изменение выбросоопасности угольных пластов с увеличением глубины разработки / Н.Е. Волошин, Я.Н. Бойко // Уголь Украины. – 2004. – № 6. – С. 40–42.

Voloshin, N.Ye. and Boyko, Ya.N. (2004), "Change of the outburst-prone coal strata with deepening of excavation", *Ugol Ukrainy*, no.6, pp. 40-42.

6. Агафонов А.В. Способы и средства обеспечения безопасности проведения подготовительных выработок по выбросоопасным пластам / Агафонов А.В. – Донецк: Донбасс, 1998. – 238 с.

Agafonov, A.V. (1998), *Sposoby i sredstva obespecheniya bezopasnosti provedeniya podgotovitelnykh vyrabotok po vybrosoopasnym plastam* [Ways and Means of Ensuring the Safety of the Development Workings in Outburst-Prone Strata], Donbass, Donetsk, Ukraine.

Мета. Проведення випробувань і підтвердження ефективності способу контролю буріння та оцінки ефективності випереджальних свердловин за параметрами акустичного сигналу для зниження викиднебезпечності вугільного пласта

Методика. Застосовано методи контролю буріння, порівняльного аналізу, системно-комплексний підхід. Методика передбачає буріння випереджальних свердловин, реєстрацію акустичного сигналу, що формується при бурінні свердловин у вугільному пласті, та його обробку на персональному комп'ютері.

Результати. Розроблено програму, методику та проект керівництва із застосування способу контролю буріння та оцінки ефективності випереджальних свердловин за параметрами акустичного сигналу в умовах АП „Шахта ім. О.Ф. Засядька“.

Розроблений спосіб забезпечив безпечне буріння та оцінку викиднебезпечності масиву за результатами буріння випереджальних свердловин. У результаті випробувань встановлено, що фактичні параметри способу відповідають технічним вимогам. У процесі випробувань були отримані наступні показники експлуатації свердловин: посування вибою склало 50–70 м на місяць, а в конвеєрному ході уклонної лави пласта m_3 в окремі місяці посування вибою склало 100–110 м. Привибійна частина пласта істотно

дегазована, затримка деформацій і пов'язані з нею негативні наслідки були відсутні. Застосування свердловин дозволило зберегти стійкість порід безпосередньої покрівлі виробки, більш ефективно встановлювати додаткове анкерне кріплення й тим самим підтримувати виробку в задовільному стані.

Наукова новизна. Полягає у встановленні закономірностей зміни величини сорбційного показника та коефіцієнта пригрузки у процесі буріння випереджальних свердловин.

Практична значимість. Полягає в розробці інструкції із застосування способу контролю буріння та оцінки ефективності випереджальних свердловин за параметрами акустичного сигналу в умовах АП „Шахта ім. О.Ф. Засядька“.

Ключові слова: спосіб контролю буріння, випереджальні свердловини, параметри акустичного сигналу, зниження викиднебезпечності

Purpose. To test and to prove the effectiveness of the method of drilling control and evaluation of advance bores by the parameters of acoustic signal for outburst prevention.

Methodology. The methods of drilling control, comparative analysis and system approach have been applied. The methodology contemplates the advance bores drilling, acoustic signal recording during drilling the coal seam, and computer processing of the data.

Findings. The program, methodology and draft of the guidance on the application of the method of drilling control and evaluation of advance bores by the parameters of acoustic signal at Public Joint Stock Company "Shakhta im. A.F. Zasyadko".

The developed method provides the safety of drilling work and allows evaluation outburst hazard in the rock massif by the results of advance bores drilling. The test showed that the actual parameters of the method meet the technical requirements. The test showed the following operating characteristics of wells: face advance was 50–70 meters per month, and in the conveyer passage of the inclined longwall m_3 the face advance periodically reached 100–110 meters per month. The bottom-hole formation zone was substantially degassed, and the strain delays with related negative effects were absent. The application of wells allowed to maintain the stability of roof rock and mount the additional roof bolting more effectively, and thus to maintain mine workings in satisfactory condition.

Originality. We have established the regularities of change of sorption values and surcharge ratios during drilling of the advance bores.

Practical value. The guidance on the application of the procedure of drilling control and evaluation of advance bores by the parameters of acoustic signal at Public Joint Stock Company "Shakhta im. A.F. Zasyadko" has been developed.

Keywords: drilling control procedure, advance bore, parameters of acoustic signal regularities, decrease of outburst hazard

Рекомендовано до публікації докт. техн. наук В.Г.Шевченком. Дата надходження рукопису 13.12.12.