

УДК [622.831.322: 552.513].001.18

МЕТОДОЛОГИЯ ПРОГНОЗА ВЫБРОСОПАСНОСТИ ПЕСЧАНИКОВ ВО ВРЕМЯ ВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ

Рассмотрены методология выполнения прогноза, оценки степени выбросоопасности и эффективности применения мер, предотвращающих выбросы песчаника и газаво времяпроведения горных выработок в угольных шахтах Украины, также общие принципы методов прогноза выбросоопасности песчаников.

Ключевые слова: прогноз, выбросоопасность песчаников, ведение горных работ, угольная шахта, выбросы породы и газа.

Контактная информация: sergminee@gmail.com

Согласно существующей методологии для обеспечения безопасности во время ведения горных работ по выбросоопасным песчаникам или вблизи них первоначально необходимо осуществлять прогноз выбросоопасности, затем выбирать способ и средства для ее предотвращения, а также для уменьшения частоты и интенсивности выбросов песчаника и газа.

Прогноз выбросоопасности песчаников выполняют во время ведения геологоразведочных работ и проведения горных выработок на основании анализа проб, отбираемых из керна на участках пересечения песчаников скважинами, пробуренными с поверхности до глубины 600 м и более в соответствии с требованиями нормативов и работ [1–7].

В неопасных зонах, установленных прогнозом выбросоопасности песчаников в шахтах, выработки проводят не применяя противовыбросные мероприятия, а буровзрывные работы (БВР) выполняют в режиме, установленном для сверхкатегорийных по газу шахт.

Основным показателем прогноза выбросоопасности песчаника, определенного на основании результатов анализа керна материала, полученного при бурении скважины в выработке, является разделение керна на диски и наличие кольцевых трещин. Однако бурение керновых скважин не всегда возможно или достаточно трудоемко, поэтому используют другие способы прогноза выбросоопасности [5, 7, 8].

Во время проведения горных выработок выбросоопасность прогнозируют по делению керна разведочной скважины, по эффективной поверхностной энергии (ЭПЭ), по комплексному критерию В, вычисляемому согласно геолого-геофизическим данным, по параметрам акустического сигнала, регистрируемого в процессе воздействия горного оборудования на забой или в случае проведения акустических зондирований, а также по некоторым дополнительным особенностям в выполняемом прогнозе,



С. П. МИНЕЕВ,
доктор техн. наук
(ИГТМ НАН Украины)



А. С. ЯНЖУЛА, инж.
(ПАО «Шахтоуправление
«Покровское»)



М. А. КИРЬЯКОВ, инж.
(ООО «Шахтостроительная
компания»)



Э. Г. КАПАНАДЗЕ, инж.
(ООО «Шахтостроительная
компания»)



А. А. КОСТИЦА, инж.
(ООО «Шахтостроительная
компания»)

ВЫБРОСОПАСНОСТЬ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

вводимом при пересечении забоем выработки геологического нарушения. Рассмотрим общие принципы каждого из методов.

Прогноз выбросоопасности песчаников по делению керна на диски. Выбросоопасность пород определяют на основании анализа керна нового материала, полученного при бурении скважин диаметром 59–76 мм. Длина скважин не ограничивается, но неснижаемое опережение их впереди забоя должно быть не менее 2 м. Керновые скважины бурят в направлении продвижения выработки и располагают:

- по оси выработки, если выбросоопасный песчаник находится во всей площади сечения выработки;
- в выбросоопасном слое песчаника, если в сечении выработки есть выбросоопасный и невыбросоопасный слои, или по каждому слою, если выбросоопасность их неизвестна.

Основной показатель прогноза выбросоопасности пород – разделение керна на диски и наличие кольцевых трещин. Характерная особенность дисков и кольцевых трещин, образующихся при бурении керновых скважин в выбросоопасных песчаниках, – их перпендикулярность к оси скважин плоскостей, ограничивающих диски или кольцевые трещины.

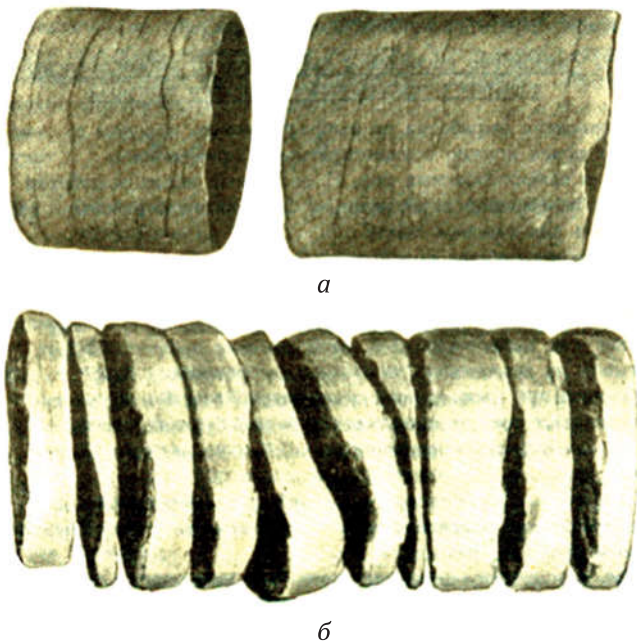


Рис. 1. Характер разрушения керна [5] в зонах: а – невыбросоопасной; б – выбросоопасной.

По интенсивности деления керна на диски и образованию кольцевых трещин (рис. 1) определяют степень выбросоопасности пород [4, 5, 7]:

- высокая – при наличии от 30 до 40 и более выпукло-вогнутых дисков в 1 м керна;
- средняя – если в 1 м керна не более 30 дисков, перемежающихся участками керна длиной 50–100 мм с характерными кольцевыми трещинами;
- низкая – при выходе керна длиной 150–200 мм и более, опоясанных кольцевыми трещинами и перемежающихся единичными дисками;
- в случае отсутствия в керне дисков и кольцевых трещин песчаник относят к невыбросоопасным.

Перед бурением керновой скважины геолог шахты описывает слои песчаника в площади сечения выработки, определяет слой (слои), по которому необходимо бурить. После бурения описывает керновый материал, наносит на эскиз проведения выработки (планшет) расположение скважины с привязкой к маркшейдерскому знаку и записывает данные наблюдений в рабочий журнал геолого-маркшейдерской службы шахты.

Прогноз выбросоопасности песчаников по эффективной поверхностной энергии. Для прогноза отбирают пробы в виде части керна длиной не менее 200 мм из участка деления его на диски или наличия кольцевых трещин и из участка, где диски или кольцевые трещины отсутствуют [2, 4, 5]. Чтобы определить значения ЭПЭ, из каждой пробы изготавливают не менее трех образцов и вычисляют среднее для каждой пробы.

Выбросоопасность песчаника определяют по показателю

$$ВЭПЭ = [(3\rho_n g_n H)^2 / (A_n E_1 \gamma_1)] - (\gamma_2 / \gamma_1),$$

где ρ_n – плотность вышележащих пород, г/м³;

g_n – ускорение свободного падения, м/с²;

H – глубина залегания пород, м;

A_n – удельная поверхность разрушенного материала, м² [2];

E_1 – модуль упругости песчаника на участке деления керна на диски или наличия кольцевых трещин, МПа;

γ_1 и γ_2 – средние значения ЭПЭ по пробам керна на участках наличия дисков или кольцевых трещин и отсутствия их соответственно, м·с².

Песчаник считают выбросоопасным, если показатель $V_{\text{ЭПЭ}} > 1$, и невыбросоопасным, если $V_{\text{ЭПЭ}} \leq 1$.

Прогноз выбросоопасности песчаников по комплексному критерию. Для прогноза выбросоопасности по геолого-геофизическим данным в забое выработки из каждого однородного слоя песчаника мощностью более 1 м отбирают пробы. Если песчаник однородный по всей мощности, то отбирают одну пробу. Из этих проб изготавливают образцы, по которым в лабораторных условиях устанавливают прогностические показатели выбросоопасности. Нормированные значения показателей, дифференцированные по рангам выбросоопасности, с помощью которых по фактически установленным значениям каждого показателя, определяют соответствующий ранг выбросоопасности [2, 4, 8, 9].

Выбросоопасность песчаника (слоя) находят по комплексному критерию V , который рассчитывают по сумме рангов всех показателей согласно формуле

$$V = (B_1 + B_2 + B_3 + B_4 + B_5 + B_6 + B_7)/12 + (B_6/2),$$

где B_1, \dots, B_7 – ранги прогностических показателей выбросоопасности.

При $V \leq 0,35$ песчаник относят к невыбросоопасным. Если V равно 0,36–0,39, то необходимо дополнительное опробование в объеме, предусмотренном нормативными требованиями. При $V \geq 0,4$ песчаник относят к выбросоопасным. Заключение о результатах прогноза выбросоопасности пород подписывают геолог шахты и руководитель службы прогноза, согласовывают со специалистами отраслевого института, специализирующегося на проблемах газодинамических явлений, утверждает главный инженер шахты.

При проведении выработки в рассматриваемых условиях необходимо бурить не менее двух разведочных скважин диаметром 42–46 мм и длиной не менее 7 м с неснижаемым опережением не менее 2 м для разведки непрогнозируемых геологических нарушений впереди забоя и оценки степени их выбросоопасности при наличии предупредительных признаков в процессе бурения.

При наличии признаков выбросоопасности пласта в процессе бурения скважин или работы комбайном по забою при подходе и пересечении

геологического нарушения данное геологическое нарушение следует относить к активным по выбросоопасности, а подход с расстояния не менее 5 м к нему, пересечение и отход не менее чем на 5 м от нарушения осуществлять буровзрывным способом в режиме сотрясательного взрывания.

Если опасные по прогнозу зоны при подходе к нарушению отсутствуют и нет признаков выбросоопасности пласта вовремя бурения скважин (выноса штыба и газа, зажатия бурового инструмента) данное геологическое нарушение можно отнести к пассивным по выбросам, и пересекать такое геологическое нарушение необходимо комбайновым способом с ведением одного из указанных прогнозов выбросоопасности. Для повышения безопасности горных работ скорость подвигания выработки комбайном при приближении к геологическому нарушению ограничивается требованиями, согласно стандартам [3, 4].

Рассмотрим основные акустические способы прогноза выбросоопасности песчаников, используемые в качестве нормативных при ведении горных работ на шахтах Украины.

Текущий прогноз выбросоопасности песчаников по параметрам акустического сигнала. Ранее в качестве нормативного применяли эффективный сейсмоакустический метод прогноза выбросоопасности песчаников при проведении выработок проходческими комбайнами, разработанный специалистами ИГТМ НАН Украины на базе аппаратуры ЗУА-4 и АК-1 [10]. Метод основан на анализе так называемых отношений высоко- и низкочастотных спектров сейсмоакустических сигналов их составляющих при разных состояниях песчаника [11]. Аппаратура выдавала информацию о прогнозе в виде комплексного показателя выбросоопасности.

Специалисты НГУ разработали акустический способ прогноза выбросоопасности [12], который был промышленно опробован аппаратурой АК-1М и показал свою эффективность. Однако в последнее время из-за определенных причин нетехнического характера в нормативные документы был включен только прогноз выбросоопасности песчаников по параметрам акустического сигнала, который осуществляют в каждом цикле подвигания забоя с помощью аппаратуры АПСС [13].

Прогностические параметры – коэффициент выбросоопасности K_v и частота максимума спектра акустического сигнала F_p . Коэффициент выбросоопасности K_v вычисляются по отношению значений амплитуды высокочастотной A_v и амплитуды низкочастотной A_n составляющих. Акустический сигнал из забоя на поверхность передается по свободной паре проводов с использованием аппаратуры типа АПСС. Геофон аппаратуры крепят в шпуре длиной не менее 0,7 м диаметром 42–43 мм или устанавливают на элементах крепи, обеспечивая надежный контакт с породой или располагают на расстоянии 5–50 м от забоя, обеспечивая защиту от повреждения при ведении взрывных работ.

В начале ведения текущего прогноза выбросоопасности песчаников в горной выработке принимают $A_n = 240$ Гц, $A_v = 300$ Гц, при этом критическое значение $K_v = 2,7$, а частоты максимума спектра $F_p = 1200$ Гц.

После набора параметров в 30-ти циклах и более непрерывного проведения выработки необходимо выполнить корректировку критических значений, которые вычисляются в программе «Анализ базы» программного комплекса PROGNOZ 4.0, разработанного специалистами МакНИИ [13]. Критические значения корректируют не реже 1 раза в три месяца или после подвигания забоя на 150 м и более.

Текущий прогноз выбросоопасности песчаников осуществляют с помощью программы обработки путем сравнения полученных в очередном цикле воздействия на забой горного оборудования критических значений прогностических параметров. Если эти значения ниже критического уровня, то следует сообщение «Безопасная глубина выемки один цикл», прогноз распространяется на один цикл подвигания забоя. При этом буровзрывные работы можно проводить в режиме, установленном для сверхкатегорийных по газу шахт.

Если при подвигании забоя в двух циклах из шести значения K_v и F_p будут выше критического уровня для песчаников низкой и средней степеней выбросоопасности, а для песчаников высокой степени выбросоопасности – хотя бы одно из прогностических параметров превышает установленный критический уровень, то следует сообщение «Опасная ситуация». В таком случае проведение выработки запрещается до выполнения противовыбросных мероприятий

или проводится буровзрывными работами в режиме сотрясательного взрывания (СВ). Причем текущий прогноз выбросоопасности песчаника не отменяется. Прогноз «Опасная ситуация» после подвигания забоя на 6 м при сообщении «Опасно, зона запаса» сменяется на прогноз «Безопасная глубина выемки один цикл».

Отсутствие обработки акустического сигнала и прогноза выбросоопасности в текущем цикле подвигания забоя из-за неисправности линии передачи сигнала, аппаратуры или по другим причинам приравнивается к прогнозу «Опасная ситуация».

Оператор службы прогноза выполняет обработку акустического сигнала, вывод на печать результатов обработки, ретроспективный анализ прогностических параметров, прослушивает круглосуточную запись акустических сигналов в соответствии с Руководством [13]. Критические значения прогностических параметров фиксируют в специальном акте [4].

Прогноз выбросоопасности песчаников по результатам акустического зондирования в выработках, проводимых буровзрывным или комбайновым способом. По результатам акустического зондирования допускается изменять степень выбросоопасности песчаников в пределах проводимой полевой выработки в конкретных горно-геологических условиях, если ранее выполненный прогноз установлен в целом для толщи песчаника по геологоразведочным данным или иным способом прогноза. Экстраполяция результатов прогноза на участок планируемого проведения полевой выработки осуществляется: при высокой степени выбросоопасности, определенной по геологоразведочным данным и прогнозом при проведении выработки, – не более чем на 20 м от забоя; при средней и низкой степени выбросоопасности песчаников – не более чем на 40 м от забоя [4, 14].

Методика проведения акустического зондирования должна соответствовать требованиям нормативных документов [3, 4]. По всей длине выработки необходимо выдерживать одинаковое расстояние (рекомендуемое – 1,5 м) от геофона до точки нанесения ударов. Серию из 10–12 ударов наносят слева и справа от геофона, закрепленного на обнажении песчаника в 2/3 части стенки от подошвы выработки путем его расклинивания между элементами

крепи и стенкой выработки, обеспечивая надежный контакт с породой. Интервал между акустическими зондированиями должен быть не менее 50 м, а расстояние между пунктами наблюдений – не более 5 м.

Акустическое зондирование выполняют с использованием шахтного цифрового регистратора типа РШЦ, обеспечивающего запись от геофона. Регистратор имеет частотный диапазон 20–3500 Гц, что позволяет оценить состояние пород до расстояния 125 м от выработки.

Записи акустических сигналов обрабатывают после выдачи регистратора на поверхность по программе ZOND, разработанной специалистами МакНИИ в соответствии с требованиями нормативных документов [4, 13]. Коэффициент выбросоопасности K_v и расстояние до верхней границы развития межслоевых деформаций (максимальные расстояния до ослабленного межслоевого контакта (ОМК)) – прогностические параметры.

Для вычисления коэффициента выбросоопасности задаются значения частот, ограничивающих низкочастотную (сверху) и высокочастотную (снизу) составляющие. Первоначально устанавливают соответственно 240 и 300 Гц, которые можно уточнять по мере накопления данных. Для корректировки граничных значений используют сводную таблицу данных, расположенную в программе ZOND в решении задачи «Оценка выбросоопасности». Значения коэффициента выбросоопасности и максимальных расстояний до ослабленных межслоевых контактов на каждом пункте наблюдений представлены в программе в виде графиков наряду с другими параметрами и распределением ОМК, определенных в толще пород, окружающих выработку. Критические значения для коэффициента выбросоопасности равны 2,7, а для максимальных расстояний до ОМК – 3 м. Участок или интервал выработки относят к выбросоопасному, если подряд в трех пунктах наблюдений значения K_v выше критического уровня, а максимальное расстояние – менее критического.

Если такая ситуация зафиксирована на расстоянии до 30 м от забоя выработки, то дальнейшее ее проведение необходимо осуществлять буровзрывными работами в режиме СВ, а если на расстоянии более 30 м от забоя, то следует перейти на прогноз выбросоопасно-

сти, применяемый для высокой степени выбросоопасности песчаника. Отменить этот режим можно, если на протяжении следующих 50 м проведения выработки ситуация неопасна. Причем прогноз «Опасная ситуация», исходя из результатов акустического зондирования, можно отменить на основании данных прогноза выбросоопасности пород по делению кернов на диски. Если ситуация невыбросоопасна, допускается проводить выработку буровзрывным способом в режиме для сверхкатегорийных по газу шахт.

Исходя из надежности рассмотренных способов прогноза выбросоопасности песчаника, есть технологические ситуации, на разрешение которых нет однозначных нормативных решений. Так, достаточно часто надо провести выработку по слою выбросоопасного песчаника или вблизи него. При этом в площади сечения выработки залегает угольный пласт, нередко угрожаемый или даже опасный по выбросам угля и газа.

Чтобы решить данный вопрос, ученые ИГТМ НАН Украины совместно со специалистами ряда шахт выполняют шахтные экспериментальные работы, направленные на обоснование возможности и разработки параметров мероприятий для безопасного проведения выработок смешанным забоем по выбросоопасному песчанику и угольному пласту [14–15], на основании результатов которых планируется разработка способа прогноза и предотвращения выбросов песчаника и угля.

В качестве примера апробации некоторых способов прогноза выбросоопасности приведем разработанные специалистами ИГТМ НАН Украины рекомендации по безопасному проведению уклона № 1 по пласту m_4^2 2-й ступени и северного конвейерного штрека № 5 уклона № 1 по пласту m_4^2 для условий ГП «УК «Краснолиманская» и проведение северного конвейерного штрека № 4 блока № 10 в условиях ПАО «Шахтоуправление «Покровское». Осложняющий фактор – проведение выработок вблизи выбросоопасного песчаника, в том числе с его присечкой в площади сечения выработки, в которой залегает также угольный пласт.

На шахтах Донбасса при проведении пластовых подготовительных выработок вблизи выбросоопасных песчаников успешно применяют их локальную разгрузку образованием раз-

грузочной щели (полости) путем опережающей выемки угольного пласта комбайном или отбойным молотком (при буровзрывном способе проведения выработки). Обеспечивая опережение угольного забоя относительно породного не менее чем на 0,5 м и оставляя предохранительный породный слой между щелью (полостью) и песчаником, а также соблюдая определенную очередность выемки угля и породы в проектном контуре выработки, присечку вмещающих пласт пород, в том числе и выбросоопасных песчаников, в пределах площади сечения выработок можно выполнять комбайновым либо буровзрывным способом в режиме, установленном для сверхкатегорийных по газу шахт. Способ локальной разгрузки выбросоопасных песчаников путем образования разгрузочной щели включен в отраслевой стандарт [4].

На шахтах ГП «УК «Краснолиманская» и ПАО «Шахтоуправление «Покровское» накоплен опыт проведения подготовительных выработок комбайновым способом по угольному пласту вблизи выбросоопасных песчаников (без проявления газодинамических явлений или их предупредительных признаков), в том числе с их присечкой в пределах площади сечения выработок. Учитывая это, специалисты ИГТМ НАН Украины рекомендовали на этих предприятиях проводить выработки комбайном избирательного действия при условии выполнения таких дополнительных требований:

- с использованием двух видов текущего прогноза выбросоопасности пласта, например по параметрам акустического сигнала с применением аппаратуры АПСС-1 и по прочности угольного пласта в соответствии с работой [4];
- в неопасных по прогнозам зонах применять способ предотвращения внезапных выбросов песчаника и газа путем создания разгрузочной щели (полости) в угольном пласте посредством опережающей выемки угольного пласта исполнительным органом комбайна в пределах площади сечения выработки;
- при выявлении опасной зоны одним из видов прогноза или обнаружении предупредительных признаков газодинамических явлений, не приуроченных к зонам геологических нарушений, необходимо выполнять противовыбросные мероприятия, например гидрорыхление

угольного пласта с контролем его эффективности по динамике начальной скорости газовой выделению из шпуров [2].

В случае невозможности выполнить гидрорыхление или его неэффективности, выработки проводят одним забоем по углю и вмещающим породам буровзрывным способом в режиме сотрясательного взрывания согласно рекомендациям, изложенным в работах [5, 14]. Одновременно проходческий комбайн должен быть оборудован датчиком газовой защиты типа ТМРК (термокаталитическое метан-реле комбайновое), выработки должны быть обеспечены расчетным количеством воздуха, а работающие – сигнализаторами метана, совмещенными с головными светильниками.

На шахте «Краснолиманская» выработки проводили, осуществляя текущий прогноз выбросоопасности угольного пласта по начальной скорости газовой выделению из шпуров с помощью прибора ПГ-2М и герметизатора ЗГ-1, а также по параметрам акустического сигнала с помощью аппаратуры АПСС-1. Мероприятия выполняли в северном конвейерном штреке № 5 уклона № 1 по пласту m_4^2 при входе забоя в зону влияния геологического нарушения (Центральный надвиг) с ПК 143+13,5 до ПК 146+8, а при проведении конвейерного ходка №2 пятой северной коренной лавы уклона №1 по пласту m_4^2 – с ПК 0+0 до ПК 8+4,5, т.е. до выхода забоя в невыбросоопасную часть пласта (выше изогипсы 450 м). Кроме того, бурили две разведочные скважины по ходу забоя выработок диаметром 42 м и длиной 7 м с неснижаемым опережением 2 м. При этом непрогнозируемые геологические нарушения не были выявлены и не вскрывались.

В качестве противовыбросного мероприятия применяли способ предотвращения внезапных выбросов песчаника и газа, включающий образование разгрузочной щели (полости) в угольном пласте посредством опережающей выемки выбросоопасного угольного пласта m_4^2 исполнительным органом комбайна в пределах площади сечения выработки на глубину, равную продвижению забоя за один цикл проходки комбайном и с учетом неснижаемого опережения щели не менее 0,5 м. Этим способом выемку пород над и под щелью предусматривалось начинать со средней части забоя, а затем – в боках и своде выработки, причем предохранить

ВЫБРОСООПАСНОСТЬ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

тельный слой между щелью и песчаником должен быть не менее 0,5 м.

В условиях Шахтоуправления «Покровское» проведение северного конвейерного штрека № 4 блока № 10 по выбросоопасному угольному пласту d_4 осуществлялось проходческим комбайном КСП-43 с последующим креплением металлической аркой КШПУ-20,3, устанавливаемой с частотой 1,5 рамы на 1 м. Текущий прогноз выбросоопасности угольного пласта выполняли по начальной скорости газовыделения из шпуров с помощью прибора ПГ-2МА и по параметрам акустического сигнала с применением аппаратуры АПСС-1. Мероприятия выполняли по рекомендациям специалистов ИГТМ НАН Украины в северном конвейерном штреке № 4 по мере его проведения с ПК 94+6,5 до ПК 210+6. Технологическая схема проведения выработки комбайном приведена на рис. 2.

На пикете ПК 194+8,5 забоем выработки было встречено непрогнозируемое тектоническое нарушение типа сброс пласта с амплитудой смещения угля 1,7 м. Учитывая рекомендации специалистов ИГТМ НАН Украины в дальнейшем выработку проводили буровзрывным способом в режиме сотрясательного взрывания. При выходе забоя из зоны тектонического нарушения и выполнения пяти циклов разведочных наблюдений от ПК 194+8,5 до ПК 195+6, выработки стали проводить по прежней схеме, прогнозируя выбросоопасность пласта по начальной скорости газовыделения из шпуров. Показания начальной скорости газовыделения во время выполнения прогноза менялись в трех интервалах измерений: 0,00–0,51 л/мин; 0,00–1,19 л/мин и 0,00–1,48 л/мин.

В результате шахтных экспериментальных исследований авторы сформулировали основные положения методологии и обосновали па-

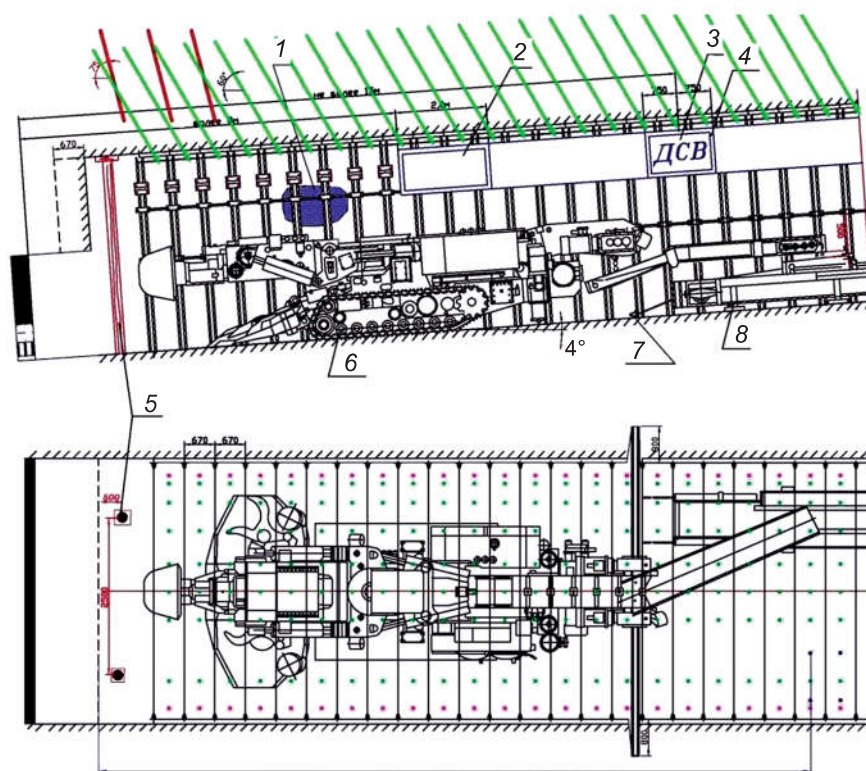


Рис. 2. Технологическая схема проведения выработки комбайном: 1 – металлическая сетка (для затяжки боков выработки); 2 – спрямляющий патрубок (на конце вентиляционного трубопровода); 3 – место установки датчика скорости воздуха (ДСВ); 4 – металлический патрубок (для установки ДСВ); 5 – ленточный конвейер; 6 – якорь для крепления концевой барабана ленточного конвейера; 7 – проходческий комбайн; 8 – деревянная стойка под распил (временная крепь).

раметры способа снижения выбросоопасности при проведении подготовительных выработок проходческими комбайнами смешанными забоями, когда в площади сечения выработки или вблизи них залегают выбросоопасные песчаник и угольный пласт. После рассмотрения Центральной комиссией по борьбе с газодинамическими явлениями результатов исследований, методик, шахтных экспериментов будут проведены промышленные испытания и разработаны нормативные документы.

Выводы. Настоящая методология рассматривает основные правила при выполнении в угольных шахтах Украины прогноза, оценки степени выбросоопасности, эффективности мер, предотвращающих выбросы песчаника и газа или уменьшающих их частоту и интенсивность во время проведения горных выработок. Существующие способы прогноза выбросоопас-

ности песчаников включены в нормативные документы и применяются на шахтах Украины.

Осложняющий фактор – случаи, когда необходимо проводить выработку по слою выбросоопасного песчаника или вблизи него, при этом в площади сечения выработки залегает также угрожаемый или выбросоопасный угольный пласт.

Специалисты ИГТМ НАН Украины выполнили шахтные экспериментальные работы, направленные на обоснование возможности и разработку параметров способа по безопасному проведению выработок смешанным забоем по выбросоопасному песчанику и угольному пласту.

Следующим этапом этих работ будет корректировка параметров способа предотвращения выбросов песчаника и угля в смешанном забое проводимой выработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Правила безопасности в угольных шахтах.* –К.: Основа, 2005. – 420 с.
2. *Правила ведения горных работ на пластах, склонных к газодинамическим явлениям:* СОУ10.1.00174088.011–2005. – К.: Минуглепром Украины, 2005. – 220 с.
3. *Правила пересечения горными выработками зон геологических нарушений на пластах, склонных к внезапным выбросам угля и газа:* СОУ10.1.00174088.017–2009. – К.: Минуглепром Украины, 2009. – 40 с.
4. *Прогноз и предотвращение выбросов песчаников на глубоких шахтах:* СОУ-П 05.1.00174088.033:2012. – К.: Минэнергоугля Украины, 2012. – 29 с.
5. *Минеев С. П.* Прогноз и способы борьбы с газодинамическими явлениями на шахтах Украины / С. П. Минеев. – Днепропетровск: Восточ. издат. дом, 2016. – 258 с.
6. *Временное руководство по прогнозу выбросоопасности угольных пластов и вмещающих пород по данным геофизических исследований геологоразведочных скважин в Донецком бассейне.* – М.: МУП СССР, Мингео СССР, 1989. – 48 с.
7. *Потураев В. Н.* Прогноз и предотвращение выбросов пород и газа / [В. Н. Потураев, А. Н. Зорин, В. Н. Забигаило и др.]. – К.: Наук. думка, 1986. – 160 с.
8. *Баранов В. А.* Структурные преобразования песчаников Донбасса и прогноз их выбросоопасности: автореф. дис. ... на соискание ученой степени доктора геолог. наук: / В. А. Баранов. – Днепропетровск, 2000. – 35 с.
9. *Безручко К. А.* Опыт применения метода локального прогноза выбросоопасности песчаников на шахтах Донбасса / К. Д. Безручко // Уголь Украины. – 2015. – № 12. – С. 42–44.
10. *Зорин А. Н.* Управление состоянием горного массива / [А. Н. Зорин, В. Г. Колесников, С. П. Минеев и др.]. – К.: Наук. думка, 1986. – 212 с.
11. *Минеев С. П.* Горные работы в сложных условиях на выбросоопасных угольных пластах / С. П. Минеев, А. А. Рубинский, О. В. Витушко, А. Г. Радченко. – Донецк: Східний видав. дім, 2010. – 604 с.
12. *Король В. И.* Акустический способ прогноза газодинамических явлений в угольных шахтах / В. И. Король, А. В. Скобенко. – Днепропетровск: НГУ, 2013. – 182 с.
13. *Руководство по применению на шахтах Донбасса акустических способов контроля состояния призабойной части выбросоопасного пласта.* – Макеевка: МакНИИ, 1996. – 58 с.
14. *Минеев С. П.* Проведение выработок проходческими комбайнами по выбросоопасным угольным пластам и породам / С. П. Минеев, А. А. Рубинский. – Днепропетровск: Дніпро, 2006. – 384 с.
15. А. с. 1390372 СССР, МКИ Е21F 5/00. Способ проведения горной выработки вблизи выбросоопасного массива / А.А. Прусова, С. П. Минеев, В.И. Зберовский, С.Я. Машир. – № 4070411/22-03; заявл. 29.05.86; опубл. 23.04.88. – Бюл. № 15. – 6 с.