

ПРОБЛЕМЫ ОТРАБОТКИ ГАЗОНОСНЫХ И ОПАСНЫХ ПО ВНЕЗАПНЫМ ВЫБРОСАМ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ С НИЗКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТЬЮ В КАРАГАНДИНСКОМ УГОЛЬНОМ БАССЕЙНЕ

С. К. Баймухаметов¹, А. Ж. Имашев¹, Ф. А. Муллағалиев¹,
Л. Ф. Муллағалиева¹, К. С. Коликов²

¹ Карагандинский Технический университет, Караганда, Казахстан;

² Горный институт НИТУ «МИСиС», Москва, Россия

Аннотация: Пласты, которые обрабатываются в Карагандинском угольном бассейне, имеют высокую газоносность и низкую проницаемость. Кроме этого, угольные пласты являются опасными по внезапным выбросам угля и газа. Представлен краткий обзор по параметрам горных работ и выбору способов подготовки. Внимание фокусируется на текущих и возможных в будущем практиках по Карагандинскому бассейну. Традиционные методы подработки (и надработки) угольного пласта и достижение более высокого уровня проницаемости за счет разгрузки массива не всегда осуществимы по горно-геологическим условиям. Выбросы при проходке, особенно по пласту d6, до сих пор являются большой проблемой, и апробируются новые технологии предотвращения выбросов и прогноза геологических аномалий. Управление газовой выделением при ведении очистных работ также требует внедрения специальных способов. Представлены результаты по улучшению герметизации устья скважин предварительной дегазации, что обеспечило значительное повышение концентрации метана и позволило использовать его для получения электроэнергии. В статье рассмотрены применяемые и перспективные методы для обеспечения эффективного управления газовой выделением и извлечения кондиционного метана.

Ключевые слова: газоносность угольных пластов, проницаемость, предварительная дегазация, выбросоопасность, дегазация выработанного пространства, заблаговременная дегазация, опережающая дегазация, разгрузка, прогноз, себестоимость.

Для цитирования: Баймухаметов С. К., Имашев А. Ж., Муллағалиев Ф. А., Муллағалиева Л. Ф., Коликов К. С. Проблемы отработки газоносных и опасных по внезапным выбросам угольных пластов с низкой проницаемостью в Карагандинском угольном бассейне // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2021. – № 10-1. – С. 124–136. DOI: 10.25018/0236_1493_2021_101_0_124.

Low-permeable gas-bearing and outburst-hazardous coal seam mining in the Karaganda Coal Basin

S. K. Baymukhametov¹, A. Zh. Imashev¹, F. A. Mullagaliev¹, L. F. Mullagalieva¹, K. S. Kolikov²

¹ Karaganda Technical University, Karaganda, Kazakhstan;

² Mining Institute NUST "MISIS", Moscow, Russia

Abstract: The layers of the Karaganda coal basin have a high gas content and low permeability. In addition, coal seams are dangerous due to sudden emissions of coal and gas. In article there are a brief overview of the parameters of mining operations and the choice of preparation methods is presented. Attention is focused on current and possible future practices in the Karaganda basin. Traditional methods of mining (and overworking) of a coal seam and achieving a higher level of permeability due to unloading of the massif are not always feasibility due to mining and geological conditions. Emissions from sinking, especially through the d6 seam, are still a big problem. New technologies for preventing emissions and predicting geological anomalies are being tested. The management of gas emission during cleaning operations also requires the integration of special methods. The results of improving the quality of sealing the wellhead of pre-degassing wells are presented in this article. Improving the quality of sealing has provided a significant increase in the concentration of methane and allows it to be used for generating electricity. The article considers the applied and prospective methods for ensuring effective control of gas release and extraction of conditioned methane.

Key words: gas content of coal seams, permeability, preliminary degassing, emission hazard, degassing of the developed space, advance degassing, advanced degassing, unloading, forecast, cost.

For citation: Baymukhametov S. K., Imashev A. Zh., Mullagaliev F. A., Mullagalieva L. F., Kolikov K. S. Low-permeable gas-bearing and outburst-hazardous coal seam mining in the Karaganda Coal Basin. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2021;(10-1):124–136. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236_1493_2021_101_0_124.

Введение

Реструктуризация угольной отрасли и её переход в частную собственность не только обеспечили рост производительности и сокращение количества шахт, но и привели к необходимости изменения системы управления промышленной безопасностью во всех вопросах, начиная от распределения функций в области контроля и заканчивая разработкой нормативной документации по вопросам промышленной безопасности. Связано это с тем, что в наших странах система обеспечения безопасности, традиционно имевшая государственное значение, основывается на нормативных требованиях, которые, как правило, очень подробные и детализированные практически по всем вопросам. Этим они отличаются от западноевропейского или австралийского подхода, где ответственность за промышленную безопасность лежит в первую очередь на эксплуатирующей компании и государственные органы вла-

сти не участвуют в разработке конкретных мероприятий и требований. Такой подход, являясь более гибким, позволяет корректировать меры в зависимости от ситуации. Переход на риск-ориентированный подход к контрольно-надзорной деятельности направлен на решение данной проблемы и в настоящее время получил широкое развитие [1 – 4]. Однако в этом случае значительно повышаются требования к точности прогноза горно-геологической и иной информации, значение которой усиливается также из-за сокращения действующих очистных забоев, оснащенных высокопроизводительной техникой.

В настоящее время добыча угля ведется на восьми шахтах, принадлежащих Угольному Департаменту компании АрселорМиттал.

За последние годы ситуация с аварийностью на шахтах значительно улучшилась за счет инвестирования, модернизации и частичного изменения методов работ. Предстоит преодолеть

еще много технических трудностей, основными из которых являются высокое содержание газа и низкая газопроницаемость угля.

Геологические условия

В настоящее время в Карагандинском бассейне работает восемь шахт (Угольный департамент АО «Арселор-Миттал Темиртау») и ряд мелких шахт, отработывающих ранее оставленные запасы в целиках верхних горизонтов закрытых шахт.

Отработка угольных пластов мощностью от 1 до 6 метров осуществляется на глубине от 600 до 850 метров, шахты разрабатывают высококачественные коксующие угли. Горные работы ведутся в основном на пластах К-12, К-10, К7 и d_6 . Все пласты опасны по внезапным выбросам угля и газа и склонны к самовозгоранию. Углы наклона варьируются от 8 до 35 градусов. Небольшие нарушения и соответствующие изменения углов падения встречаются довольно часто.

Пласт d_6 является мощным пластом высококачественного коксующегося угля с довольно четкой нарушенной зоной (0,2–1,2 м) в нижней части, коэффициент крепости которой по Протодьяконову – 0,5. Проницаемость крайне низкая, и бурение с промывкой через эту зону затруднено, возможно, из-за угольной мелочи в нарушенной зоне и наличия глины в самом пласте. Коэффициент диффузии нижней пачки угля на несколько порядков больше, чем верхней пачки пласта. Пласт d_6 считается особо опасным по выбросам, в особенности мягкая пачка угля, в которой отмечается повышенное содержание свободного газа.

Газовые ресурсы

Карагандинский бассейн считается областью с высоким содержанием газа.

Содержание газа в пластах увеличивается до уровня 15–20 м³/т на текущей рабочей глубине и стабилизируется на глубине до пределов 22–27 м³/т. Глубина зоны без метана от поверхности варьируется в пределах 60–250 м и зависит от местных геологических и структурных особенностей.

Содержание метана в пластах резко возрастает с углублением от границы метановой зоны до 400–500 м (от 0 до 15–20 м³/т), затем интенсивность роста резко уменьшается, и на глубине 800–1200 м газоносность, как правило, составляет 22–37 м³/т.

Трудности в работе

С увеличением глубины горных работ повышается содержание газа в пластах и уменьшается проницаемость пластов, обобщенные результаты исследований, выполненных в 1970–1980-е годы, приведены в табл. 1 п. 1–6 [5], результаты измерений по пласту D_6 (п.7) выполнены в 2009 г. [6].

Данное обстоятельство приводит к формированию следующих проблем:

- повышенное содержание газа требует более эффективного предварительного дренирования и больших затрат на него;
- более низкая проницаемость предполагает необходимость повышения проницаемости и/или требует больше времени на дренирование;
- для достижения более высокой производительности очистных забоев требуются более высокие темпы проведения горных выработок, которые сдерживаются необходимостью выполнения большого объема мероприятий по предупреждению внезапных выбросов угля и газа.

Все эти факторы повышают себестоимость и препятствуют полному использованию возможностей современного горного оборудования.

Таблица 1

Изменение проницаемости угольных пластов с глубиной [5, 6]
Change in coal permeability with increasing depth [5, 6]

№ п/п	Пласты	Глубина (м)	Проницаемость 10^{-2} мД (mD)
1	$K_{10} - K_{12}$	400	1,51 – 2,77
2		600	0,19 – 0,35
3		800	0,05 – 0,09
4	$D_1 - D_6$	400	5,85 – 3,89
5		600	0,75 – 0,50
6		800	0,19 – 0,13
7	D_6	600	0,3

Дегазация

В течение многих лет эффективность дегазации угольных пластов повышалась за счет увеличения проницаемости угольного пласта и/или увеличения длительности периода дегазации. Для этого применялись следующие решения:

- увеличение проницаемости угольного пласта за счет его гидрорасчленения через вертикальные скважины с поверхности (повышение проницаемости на 3–4 порядка);

- увеличение проницаемости угольного пласта за счет его подработки (или надработки). Данное направление является наиболее эффективным способом обеспечения безопасности отработки выбросоопасного пласта, повышения проницаемости на 4–5 порядков, однако защитные пласты имеются не везде, и необходимы альтернативные решения;

- предварительная дегазация выемочного участка со сгущением сетки скважин до 2 м (увеличение срока дегазации, как правило, проблематично из-за проблем с воспроизводством фронта очистных работ). Там, где пласт водонасыщенный, его осушение увеличивает проницаемость по газу и, как следствие, эффективность дегазации, однако двухфазовый механизм не может быть использован в сухом угольном пласте.

В этом случае для повышения проницаемости может быть использован подземный гидроразрыв;

- опережающая дегазация разрабатываемого пласта, поскольку проницаемость в зоне влияния очистной выработки увеличивается с 0,01 до более чем 10 миллидарси (mD).

Довольно успешно применяется дегазация выработанного пространства, опыт применения которой в Карагандинском бассейне достаточно подробно был рассмотрен в [7]. Данные способы, включающие вертикальные скважины с поверхности, газодренажные выработки и скважины из подземных выработок, хорошо развиты и применяются на всех шахтах бассейна. Бурение длинных направленных скважин по углю пока не нашло применения из-за деформации стенок скважин на пластах с низкой крепостью угля.

В связи с ограничениями по газовому фактору уровень нагрузки в «газообильных» лавах был ограничен четырьмя тысячами тонн в сутки, что значительно ниже возможностей забойного оборудования. В настоящее время лимитирующий фактор – это допустимая скорость воздуха по лаве, где скорость движения воздуха ограничена 4 м/с. Уменьшение содержания газа в пласте перед отработкой лавы до 9 м³/т является основной задачей.

Текущая практика нормирования газоносности в настоящее время основана на стандартах бывшего СССР. Хотя они и являются по своей сути надежными, имеется необходимость в обновлении научно обоснованных норм, учитывающих и вероятность внезапного выброса угля и газа.

Норма должна учитывать не только газоносность, но и сорбционно-кинетические характеристики угольных пластов, а также их условия залегания. Для выполнения данной работы был заключен договор с фирмой ДМТ (Германия). Обычно темпы проходки составляют 80–100 метров в месяц, а по пласту d_6 – 25–40 метров в месяц при проведении выработок без предварительной проходки газодренажных (разгрузочных) выработок по породе под пластом. Для обеспечения финансовой жизнеспособности шахт темпы проведения подготовительных выработок необходимо кардинально увеличить.

Заблаговременная дегазация угольных пластов

В начале 60-х были проведены опытные работы по гидрорасчленению пласта К-12 через вертикальные скважины с поверхности. Были получены положительные результаты. Дальнейшие тестирования были успешно проведены по другим пластам глубиной до 500 м со снижением газоносности на 3,3–3,8 м³/т. При проведении дополнительной дегазации пластов из подземных выработок было отмечено общее уменьшение газоносности на 8–9 м³/т. Уровень выбросоопасности был ниже критической величины.

Результаты гидрорасчленения свиты угольных пластов через скважины с поверхности, проводимые на более глубоких горизонтах (700–800 м), оказались неудовлетворительными. Было сделано заключение, что ниже

500–550 м продуктивность скважин значительно снижается (например: 1,1 м³/мин на глубине 400 м, 0,5 м³/мин на глубине 550 м и <0,2 м³/мин на глубине 750 м) из-за взаимного влияния пластов при обработке и проблем сохранения трещин раскрытыми на глубине.

В начале 80-х на пласте d_6 шахте имени В. И. Ленина проводилось гидрорасчленение пласта с использованием химически- и поверхностно-активных веществ. Заблаговременная дегазация в течение 10 лет позволила снизить газоносность пласта на 6–9 м³/т. Одним из важнейших условий эффективного извлечения метана являлось соблюдение регламента освоения скважин по извлечению рабочей жидкости из зоны воздействия. Было отмечено, что в ряде случаев угольная мелочь из слабой пачки пласта способствовала формированию пробок, которые закупоривали скважину, что приводило к необходимости ее очистки. Похожее закупоривание пробками встречалось при проведении экспериментального мокрого бурения из выработок, пройденных по породе в 10 м под пластом. Данное явление может быть вызвано тем, что глина в пласте формирует пробку, взаимодействуя с буровыми растворами (вода) и особо мелкими частицами угля из слабой пачки пласта. Еще одной причиной может быть наличие незафиксированных микровыбросов. Использование химических реагентов в качестве ингибитора при гидрорасчленении без сомнений поможет преодолеть проблему с разбуханием глины. Позже данная технология была применена на ш. «Казахстанская» также по пласту d_6 . Эффективность заблаговременной дегазации приведена в табл. 2.

Однако этого снижения содержания газа в пласте оказалось недостаточным

Таблица 2

Показатели заблаговременной дегазации на ш. «Казахстанская»

Performance of early gas drainage in Kazakhstan Mine

Номер скважины	Продолжительность дегазации (месяцы)	Объем газа, извлеченный до н.в. (мм ³)	Снижение газоносности (м ³ /т)	Примечание
23	126	0,93	4,02	Самоистечение
24	126	1,27	6,32	Самоистечение
25	120	1,09	5,44	Станок-качалка
30	106	0,56	2,80	Станок-качалка
31	103	0,60	5,46	Самоистечение
37	80	0,80	4,01	Станок-качалка

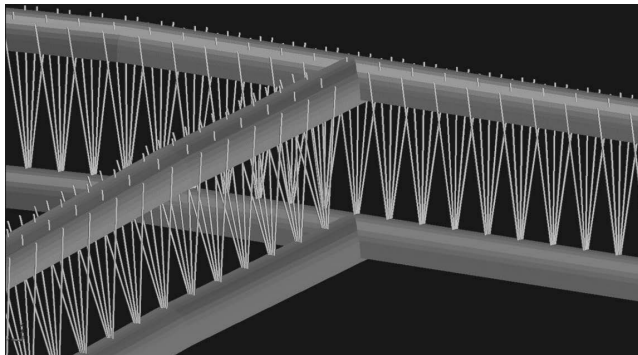


Рис. 1. 3D-визуализация полевой подготовки (красным выделены пройденные полевые выработки) с использованием дегазационных скважин для подготовительных штреков по пласту (коричневым – планируемые пластовые выработки)

Fig. 1. 3D visualization of preparatory work (red color marks driven rock drifts) using gas drainage boreholes for gate road heading in seam (brown color marks planned in-seam roadways)

для безопасного проведения подготовительных выработок по верхнему слою пласта d_6 .

Для кардинального решения вопроса предотвращения внезапных выбросов угля и газа при проведении выработок по верхнему слою пласта d_6 , была предложена технология предварительной проходки газодренажной выработки под пластом для разгрузки его от горного давления и бурения из него в пласт дегазационных скважин [8] (рис. 1). После внедрения этой технологии с 2008 года не было ни одного случая внезапного выброса при проходке по пласту d_6 .

При проведении таких выработок по породе был оценен выход газа

с вышележащего разгружаемого пласта, результаты по выделенным зонам приведены в табл. 3. Взаимное расположение зон и скважин заблаговременной дегазации представлено на рис. 2. Следует отметить важную роль сорбционно-кинетических параметров угля и действующих напряжений на динамику газовыделения как при дегазации, так и при ведении подготовительных и очистных работ [9–11].

Подземная предварительная дегазация

Цель предварительной дегазации разрабатываемых пластов имеет два аспекта: первый относится к достижению безопасного уровня содержания

Таблица 3

Результаты извлечения газа по зонам наблюдений

Gas recovery data per observation zones

Зона	Средний выход газа (м ³ /мин) для зоны	Максимальный выход газа, м ³ /мин	Минимальный выход газа, м ³ /мин
A	0,02	0,05	0
B	0,005	0,03	0
C	0,04	0,09	0,01
D	0,07	0,16	0,02

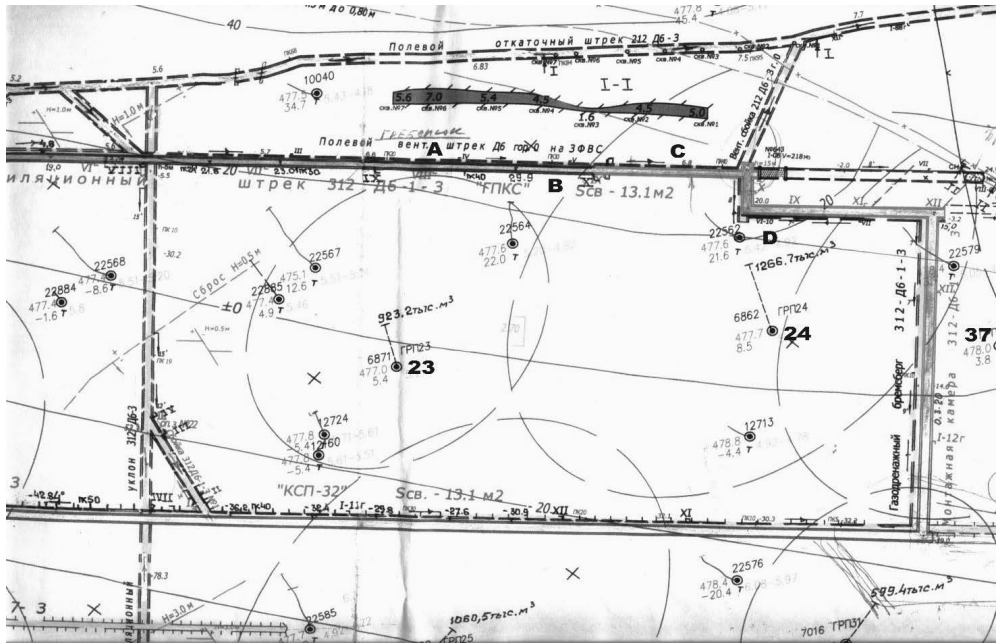


Рис. 2. Выкопировка из плана горных работ ш. Казахстанская (скв. № 23, 24 и 37) и зоны оценки извлечения газа (A, B, C и D)

Fig. 2. Extract from Kazakhstan Mine action plan (boreholes 23, 24 and 37) and gas recovery estimate zones (A, B, C and D)

газа в пласте во избежание выбросов угля и газа при ведении горных работ; второй направлен на избежание загазирования на выемочном участке при добыче.

Дегазация при проходке подготовительных выработок

Для предотвращения внезапных выбросов при проходке выработок по углю бурится серия скважин длиной до 17 метров по ходу забоя для дренажа метана и разгрузки пласта,

при получении безопасных параметров по выбросам проходится выработка на расстояние до 12 метров, после чего повторяется цикл бурения. Количество и схема бурения определяется нормативными документами. К сожалению, принимаемые меры приводят к значительному снижению темпов проведения горных выработок. Кардинально вопрос решен только для пласта d₆, технология которого описана выше, а для проходки по другим пластам необходимо искать решения. Практически все внезапные

выбросы приурочены к геологическим нарушениям. Поэтому прогноз зон геологических нарушений является очень важной проблемой, для решения которой в настоящее время апробируются различные методы [12 – 14].

Дегазация выемочного участка

В связи с недостаточной эффективностью заблаговременной дегазации при подготовке и отработке запасов выемочного участка применяется еще 3 этапа дегазационной подготовки:

1. Предварительная дегазация

Скважины бурятся по пласту с конвейерного и вентиляционного штреков, при этом желательнее бурение скважин перпендикулярно основному кливажу или под углом к нему. При бурении скважин перпендикулярно к кливажу дебит скважины возрастает до 10 раз по сравнению с бурением скважин вдоль кливажа. Срок предварительной дегазации по пласту должен быть не менее года. При этом снижение газоносности пласта достигает 25%. Расстояние между скважинами определяется расчетом и составляет от 2 до 6 метров. При этом очень важно обеспечение качественной герметизации устьев скважин. На рис. 3 приведены резуль-

таты оценки влияния качества герметизации скважин на компонентный состав извлекаемой метано-воздушной смеси при существующей практике и на экспериментальном участке с более качественной герметизацией.

2. Опережающая дегазация в зоне влияния лавы

Используется эффект повышения проницаемости пласта в зоне опорного давления лавы в результате образования новых трещин. Для более эффективного снижения газоносности пласта необходимо скважины опережающей дегазации подключать к отдельному газопроводу и на отдельную вакуум насосную станцию (далее ВНС). Следует отметить, что зона повышенного газовыделения, как правило, не превышает 50 м, а эффективность данного способа снижается с ростом нагрузок на очистной забой.

3. Дегазация выработанного пространства

Проводится с целью предотвращения снижения поступления свободного газа из выработанного пространства в рабочую зону. Для этого используются вертикальные скважины, буримые с поверхности или из подземных выработок в выработанное пространство, а также

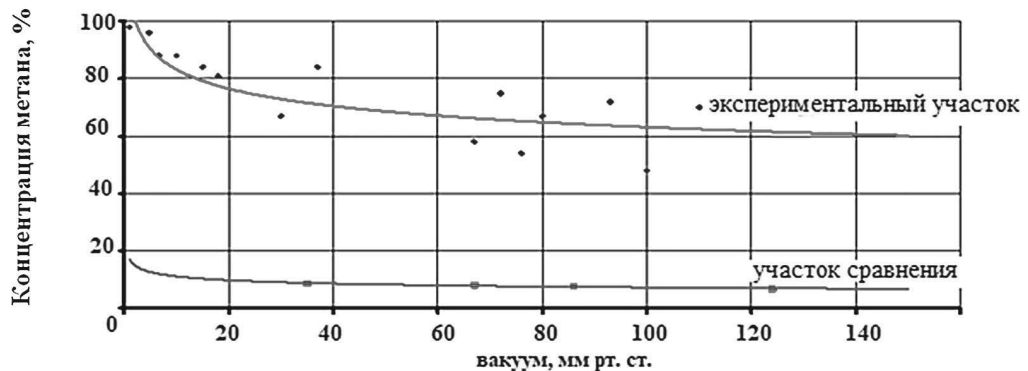


Рис. 3. Влияние эффективности герметизации устья дегазационной скважины и величины вакуума на концентрацию метана в извлекаемой смеси

Fig. 3. Effect of drainage borehole mouth sealing and amount of vacuum on methane concentration in recovery mixture

отвод газозудушной смеси через дренажные выработки. Следует отметить, что с увеличением глубины ведения горных работ и интенсивности эффективность вертикальных скважин снижается и увеличивается их аварийность.

Наибольший эффект дает дегазация с поверхности вертикальными скважинами и дренажными выработками, пройденными на расстоянии выше пласта не менее 20-метров. Концентрация метана при такой технологии составляет от 60 до 80%, а эффективность дегазации выработанного пространства достигает 80%.

Для более эффективной дегазации выемочного участка и увеличения нагрузки на очистные забои необходимы:

- прокладка газопроводов и подключение каждого источника выделения газа к отдельным ВНС;
- тщательная герметизация устьев пластовых скважин и устранения подсосов в газопроводах [15];
- бурение пластовых скважин с учетом кривизны пласта;
- увеличение диаметра вертикальных скважин, буримых на выработанное пространство.

Для сокращения сроков пластовой дегазации необходимо проводить гидроразрыв пласта из подземных выработок по технологии, испытанной в Караганде в семидесятые годы прошлого века.

Разгрузка

Самый эффективный метод повышения проницаемости пласта реализуется при его подработке (в пределах 50—70 м) и в меньшей степени надрботки (в пределах 30м). После подработки проведение дегазации целевого пласта не требуется, что соответствует опыту Германии, Польши и др. стран. При подработке пластом К-10 пласта

К-12 на шахте Абайская дебит метана из дренажной выработки превышал 100 кубометров в минуту при концентрации более 60%. Этот подход является стандартным при отработке пласта К₁₂ путем проведения работ сначала по нижележащему пласту К₁₀. В данном случае дополнительным преимуществом выступает то, что условия для отработки К₁₀ также благоприятны, что выражается в более низком содержании газа и лучших характеристиках по уровню опасности выбросов угля и газа.

Заключение

Все вышеуказанные проблемы касаются будущего шахтерских городов и требуют внимания правительства и общественности.

Несмотря на большие усилия, принимаемые собственниками шахт Карагандинского бассейна, существует ряд крупных проблем, требующих решения, в т.ч. и со стороны правительства.

Ниже приводится сравнительный анализ работы угольных шахт Карагандинского бассейна и зарубежных стран и предложения по пути их решения. Угольные шахты Карагандинского бассейна являются одними из наиболее газообильных среди угледобывающих стран. Отрабатываемые угольные пласты на глубинах свыше 500 метров от поверхности обладают газоносностью более 18 кубометров на тонну, имеют низкую проницаемость и опасны по внезапным выбросам угля и газа.

В этих условиях для обеспечения безопасности ведения горных работ необходимы значительные инвестиции на снижение газоносности угольных пластов и дегазацию шахт, на обеспечение своевременного воспроизводства очистного фронта и поддержание горных выработок.

В аналогических условиях стоимость одной тонны добычи угля в Германии составляло более 200 евро, в Англии более 70 фунтов стерлингов. Эти затраты позволили обеспечить безопасность ведения горных работ. За последние 40—50 лет в этих странах на шахтах практически не было крупных аварий, связанных с взрывами метана и внезапными выбросами угля и газа.

В то же время из-за недостаточных инвестиций в развитие глубоких шахт в России, Украине и Казахстане произошел ряд крупных аварий, таких как взрывы метана, внезапные выбросы угля и газа. Анализ данных аварий показывает корреляцию числа крупных аварий с себестоимостью добычи угля.

Несмотря на относительное благополучие с безопасностью ведения горных работ, из-за нерентабельности добычи угля на больших глубинах были закрыты шахты во Франции, Англии. В 2018 году была закрыта последняя шахта в ФРГ. Закрытие шахт в этих странах проходило по специальным программам, в течение 10—20 лет с решением вопросов трудоустройства работников закрываемых шахт.

Аналогичная ситуация складывается и в Карагандинском угольном бассейне. Закрыты все шахты, добывавшие энергетические угли. Вследствие большой газоносности угольных пластов и опасности внезапных выбросов угля и газа на оставшихся шахтах, добывающих коксующихся угли, нагрузка на очистные забои не превышает четырех тысяч тонн в сутки, в то время как средняя нагрузка на очистные забои в Кузбассе, Китае, Австралии, Польше и других странах составляет десять тысяч тонн в сутки и более. В этих условиях Карагандинские шахты не могут быть конкурентными на рынке.

Одной из проблем в будущем станет повышение зольности добываемых углей

и увеличение себестоимости добычи в связи со снижением доли добычи угля из мощных пластов, таких как К-10, К-12, d₆, и переход шахт на отработку маломощных пластов, что требует замены горной техники и увеличение мощностей по обогащению углей. Все вышеуказанные факторы ускорят процессы закрытия нерентабельных шахт.

Разработка угольных пластов на больших глубинах требует научного сопровождения возникающих проблем, проведения экспериментальных работ и выбора наиболее оптимальной технологии. Однако такая работа проводится в недостаточном объеме, хотя по всем научным проблемам имеются соответствующие проработки ученых Караганды и зарубежных стран.

С передачей угольных шахт в собственность металлургических компаний перестали существовать научно-исследовательские организации, обеспечивавшие решение возникавших проблем добычи угля на глубоких горизонтах. Так, в Казахстане были ликвидированы такие организации, как Карагандинский научно-исследовательский угольный институт (КНИУИ), Казахский научно-исследовательский институт безопасности работ в горной промышленности (КазНИИБГП). Возникшие мелкие ТОО по решению проблем горного производства не имеют достаточного научного персонала и материально-технических ресурсов для решения возникающих проблем.

Заблаговременная дегазация угольных пластов и шахт требует больших инвестиций с длительным сроком окупаемости. В то же время, существующие технологии снижения газоносности угольных пластов с поверхности не обеспечивают равномерного снижения газоносности угольного пласта по площади и не исключают вероятность внезапных выбросов угля и газа.

Буровые работы являются одним из основных элементов дегазации шахт и предупреждения внезапных выбросов угля и газа. Однако найти грамотных буровых инженеров в Караганде невозможно вследствие большого спроса на них в газовой и нефтяной промышленности.

Привлечение зарубежных фирм и специалистов для решения вышеуказанных проблем носило эпизодический характер и завершалось только рекомендациями.

Для поддержания необходимого объема добычи угля, для обеспечения потребностей Карагандинского металлургического комбината и безопасной работы шахт на предстоящие годы необходимо:

1. Привлекать инвесторов для решения проблем высокого газовыделения и предотвращения внезапных выбросов угля и газа, промышленной добычи метана из неразрабатываемых пластов, действующих и закрытых шахт.

2. Привлекать учебные и научные подразделения для решения актуальных проблем, связанных со снижением газоносности, прогнозом опасных по внезапным выбросам угля и газа зон и разработке мероприятий по их предотвращению, промышленной добычи метана.

3. Приобретать и внедрять компьютерные программы по моделированию процессов в углепородном массиве для оптимизации технологических решений угледобычи.

4. Организовать подготовку специалистов по буровым работам в КГТУ.

5. Решить вопросы научного сопровождения возникающих проблем, для реализации которых требуется проведение экспериментальных исследований и опытно-промышленных испытаний.

Альтернативой является импорт коксующихся углей из соседних стран (Россия, Китай). Однако ресурсы коксующихся углей марок К и КЖ в этих странах ограничены, и они будут поставляться по цене значительно выше себестоимости добываемых в Караганде углей.

Необходимо помнить о судьбе шахтеров закрываемых шахт и проблемах моногородов.

Для решения вышеуказанных проблем и снижения риска возникновения социальных проблем необходима разработка комплекса государственных программ постепенного закрытия шахт и создания новых рабочих мест, в т.ч. по промышленной добыче угольного метана (*метан* неразгруженных от горного давления угольных пластов, метан действующих и закрытых шахт).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Баловцев С. В.* Сравнительная оценка аэрологических рисков на действующих угольных шахтах// Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2021. — № 2—1. — С. 5—17. DOI: 10.25018/0236—1493—2021—21—0-5—17.
2. *Куликова Е. Ю.* Мониторинг — основа снижения геориска при освоении подземного пространства// Маркшейдерский вестник. 2019. № 1 (128). С. 57—64.
3. *Каледина Н. О., Королева В. Н.* Об изменении подхода к оценке метаноопасности газовых шахт// Уголь. 2016. № 12 (1089). С. 56—58.
4. *Сластунов С. В., Ютяев Е. П., Мазаник Е. В., Ермак Г. П.* Исследование эффективности усовершенствованной технологии подземного гидроразрыва угольного пласта для его дегазации// Горный журнал. 2018. (1), с. 83—87.
5. *Баймухаметов С.* Проблемы безопасной добычи угля с пластов с высоким содержанием газа. Караганда, 2006. 205 с.

6. Gray Ian Dr. Through the drill string or core bit DST system. Australia. 2011261172. 2013.
7. Мухамеджанов Д. и др. Технологии Вентиляции и извлечения газа из пластов с высоким содержанием газа в Казахстане. Конференция Руководителей Горнодобывающих предприятий, Астана, 2009г.
8. Патент РК № 2002/0918.1.// Баймухаметов С. К., Полчин А. И. и др.
9. Baisheng Nie, Xianfeng Liu, Shaofei Yuan, Boqing Ge, Wenjie Jia et al. Sorption characteristics of methane among various rank coals: impact of moisture // Adsorption. 2016. Vol. 22. No. 3. P. 315 – 325.
10. Yili Kang, Fansheng Huang, Lijun You, Xiangchen Li, Bo Gao. Impact of fracturing fluid on multi-scale mass transport in coalbed methane reservoirs // International Journal of Coal Geology. 2016. Vol. 154–155. P. 123 – 135.
11. Pinkun Guo, Yuanping Cheng. Permeability prediction in deep coal seam: A case study on the № 3 coal seam of the Southern Qinshui Basin in China, The Scientific World Journal, 2013, Vol. 2013, 10 p.
12. Batugin A. A proposed classification of the earth's crustal areas by the level of geodynamic threat // Geodesy and Geodynamics, 2021. No 12(1), pp. 21 – 30. doi:10.1016/j.geog.2020.10.002
13. Мазина И. Э., Муллағалиева Л. Ф., Стельмахов А. А. Моделирование напряженно-деформированного состояния очистного забоя с технологией управления кровлей полным обрушением и закладкой выработанного пространства// Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. – № 6–1. – С. 99–106.
14. Ульянова Е. В., Малинникова О. Н., Пашичев Б. Н., Малинникова Е. В. Микроструктура ископаемых углей до и после газодинамических явлений// Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2019. № 5. С. 10 – 17.
15. Малашкина В. А. Мониторинг эффективности системы дегазации угольной шахты – основа безопасного труда горнорабочих. Горный информационно-аналитический бюллетень. 2020. – № 6-1. – С. 38 – 45. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-61-0-38-45 **МИАБ**

REFERENCES

1. Balovcev S. V. Comparative assessment of aerological risks at operating coal mines. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2021. no. 2 – 1. pp. 5 – 17. DOI: 10.25018/0236 – 1493 – 2021 – 21 – 0-5 – 17. [In Russ]
2. Kulikova E. Yu. Monitoring-the basis for reducing the georisk during the development of underground space. *Markshejderskij vestnik.* 2019. no. 1 (128). pp. 57 – 64. [In Russ]
3. Kaledina N. O., Koroleva V. N. On changing the approach to assessing the methane hazard of gas mines. *Ugol'.* 2016. no. 12 (1089). pp. 56 – 58. [In Russ]
4. Slastunov S. V., Yutyayev E. P., Mazanik E. V., Ermak G. P. Efficiency of improved underground hydraulic fracturing in coal bed degassing. *Gornyj zhurnal.* 2018. (1). pp. 83 – 87. [In Russ]
5. Bajmuhametov S. *Problemy bezopasnoj dobychi uglya s plastov s vysokim sodержaniem gaza* [Problems of safe coal mining from reservoirs with a high gas content]. Karaganda, 2006. 205 p. [In Russ]
6. Gray Ian Dr. Through the drill string or core bit DST system. Australia. 2011261172. 2013.
7. Muhamedzhanov D. i dr. *Tekhnologii Ventilyacii i izvlecheniya gaza iz plastov s vysokim sodержaniem gaza v Kazahstane* [Technologies of ventilation and gas extraction from reservoirs with a high gas content in Kazakhstan]. Konferenciya Rukovoditelej Gornodobyvayushchih predpriyatij, Astana, 2009. [In Russ]
8. *Patent RK no. 2002/0918.1.* Bajmuhametov S. K., Polchin A. I. i dr. [In Russ]

9. Baisheng Nie, Xianfeng Liu, Shaofei Yuan, Boqing Ge, Wenjie Jia et al. Sorption characteristics of methane among various rank coals: impact of moisture. *Adsorption*. 2016. Vol. 22. no. 3. pp. 315 – 325.

10. Yili Kang, Fansheng Huang, Lijun You, Xiangchen Li, Bo Gao. Impact of fracturing fluid on multi-scale mass transport in coalbed methane reservoirs. *International Journal of Coal Geology*. 2016. Vol. 154 – 155. pp. 123 – 135.

11. Pinkun Guo, Yuanping Cheng. Permeability prediction in deep coal seam: A case study on the no. 3 coal seam of the Southern Qinshui Basin in China, *The Scientific World Journal*, 2013, Vol. 2013, 10 p.

12. Batugin A. A proposed classification of the earth's crustal areas by the level of geodynamic threat. *Geodesy and Geodynamics*, 2021. no. 12(1), pp. 21 – 30. doi:10.1016/j.geog.2020.10.002.

13. Mazina I. E., Mullagalieva L. F., Stel'mahov A. A. Modeling of the stress-strain state of the treatment face with the technology of roof control by complete collapse and laying of the worked-out space. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2020. no. 6 – 1. pp. 99 – 106. [In Russ]

14. Ul'yanova E. V., Malinnikova O. N., Pashichev B. N., Malinnikova E. V. Microstructure of fossil coals before and after gas-dynamic phenomena. *Fiziko-tekhnicheskie problemy razrabotki poleznyh iskopaemyh*. 2019. no. 5. pp. 10 – 17. [In Russ]

15. Malashkina V. A. Monitoring the effectiveness of the coal mine degassing system-the basis for safe work of miners. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* no. 6 – 1. 2020. pp. 38 – 45. DOI: 10.25018/0236 – 1493 – 2020 – 61 – 0-38 – 45 [In Russ]

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Баймухаметов Сергазы Кабиевич*¹ – докт. техн. наук, профессор, вице-президент экспертной группы по шахтному метану Европейской экономической комиссии ООН (г. Караганда), e-mail: S.Vaimukhamet@mail.ru;

*Имашев Аскар Жанболатович*¹ – доктор Ph.D, зав. кафедрой «Разработка месторождений полезных ископаемых»;

*Муллагалиев Фандус Ахматгалиевич*¹ – канд. техн. наук, ст. преподаватель, e-mail: fandus@mail.ru;

*Муллагалиева Лилия Фандусовна*¹ – докторант;

*Коликов Константин Сергеевич*² – докт. техн. наук, доцент, зав. кафедрой безопасности и экологии горного производства, e-mail: kolikovks@mail.ru;

¹ Карагандинский Технический университет, Казахстан, Караганда;

² Горный Институт Национального исследовательский технологического университета «МИСиС».

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

*Baymukhametov S. K.*¹, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Vice-President of the expert group on coal mine Methane of the United Nations Economic Commission for Europe (Karaganda);

*Imashev A. Zh.*¹, Doctor Of Ph.D, Head of the department “Development of mineral deposits”;

*Mullagaliev F. A.*¹, Cand. Sci. (Eng.), Senior Lecturer;

*Mullagalieva L. F.*¹, doctoral student;

*Kolikov K. S.*², Dr. Sci. (Eng.), Associate Professor, Head of the Department of Safety and Ecology of Mining Production;

¹ Karaganda Technical University, Karaganda, Kazakhstan;

² Mining Institute NUST “MISiS”, Moscow, Russia.

Получена редакцией 12.07.2021; получена после рецензии 20.08.2021; принята к печати 10.09.2021.

Received by the editors 12.07.2021; received after the review 20.08.2021; accepted for printing 10.09.2021.