

УДК 622.4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО СООТНОШЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТЕЙ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕТАНА СРЕДСТВАМИ ВЕНТИЛЯЦИИ И ДЕГАЗАЦИИ ДОБЫЧНОГО УЧАСТКА УГОЛЬНОЙ ШАХТЫ**Цыганков Д.А.***ФГБУН «Институт горного дела им. Н.А. Чинакала» Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, e-mail: gallantminer@gmail.com*

Выделение метана в атмосферу подземных горных выработок происходит из угольных пластов, вмещающих горных пород и выработанных пространств недр. Это снижает эффективность и безопасность горного производства. Усложняющиеся горно-геологические условия подземной разработки угля в Кузнецком бассейне после применения предварительной дегазации требуют совместного использования проветривания и текущей дегазации добычных участков большинства шахт средней глубины. Общее извлечение газа зависит от эффективности совместной работы вентиляции и дегазации, которые характеризуются разными интенсивностями извлечения метана, находящимися в определённом соотношении, которое считается оптимальным и равняется 70% извлечения метана из добычного участка. Соблюдение существующих норм и правил позволит сохранить высокие нагрузки на очистные забои и повысить безопасность добычи угля в российских шахтах.

Ключевые слова: вентиляция, дегазация, метан, уголь, пласт, лава, участок, шахта, выработка**DEFINITION OF EFFECTIVE PARITY OF INTENSITIES OF EXTRACTION OF METHANE BY MEANS OF VENTILATION AND DEGASIFICATION OF COAL MINE EXTRACTION SITE****Tsygankov D.A.***N.A. Chinacal Institute of Mining, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, e-mail: gallantminer@gmail.com*

Methane emission into the atmosphere of an underground mine workings occurs from the coal seams, containing rocks and the goafs of the entrails. It reduces efficiency and safety of mining. Becoming complicated geological conditions of an underground extraction of coal in Kuznetsk basin after application of a preliminary methane drainage demand sharing of the ventilation and current degasification of extraction sites of the majority of mines of average depth. The general extraction of gas depends on efficiency of teamwork of ventilation and degasification which are characterized of different intensities of methane extraction, being in a certain parity. Observance of existing norms and rules will allow to keep high loadings on stopes and to raise safety of coal mining in the Russian mines.

Keywords: ventilation, degasification, methane, coal, seam, longwall, site, mine, development

Все подземные горные предприятия по добыче угля в результате своей производственно-технологической деятельности загрязняют окружающую среду выбросами метана. Основными источниками его поступления являются вентиляционные и дегазационные системы действующих шахт, непогашенные вскрывающие горные выработки закрытых предприятий, а также склады угля и породные отвалы. Выбросы метана российскими шахтами ежегодно растут примерно на 4%, составив в 2016 году более двух миллиардов кубических метров. В случае оборудования всех шахт Кузнецкого бассейна дегазационными системами темпы извлечения метана в нём достигли бы 35–40%, а утилизация всего выбрасываемого в Российской Федерации метана приносила бы ежегодную прибыль в размере \$ 130 млн [5].

Основными источниками выделений метана в подземные горные выработки являют-

ся разрабатываемые, сближенные подрабатываемые и надрабатываемые угольные пласты, газосодержащие породы, а также выработанные пространства недр. Основной причиной сдерживания применения дегазации на шахтах Кузнецкого бассейна, а также её низкой эффективности является недостаток инвестиций в современное оборудование и контрольно-измерительную аппаратуру [5].

Высокие концентрации метана в рудничной атмосфере могут привести к снижению нагрузки на очистной забой в 1,5–3 раза. Производственные мощности шахт, газообильность очистных забоев которых составляет 7–10 м³/т добытого угля, в 2–3 раза выше, чем шахт с газообильностью 20–60 м³/т [3].

Для проектирования извлечения газа на ряде шахт Великобритании используется подход, который разграничивает количества метана, отводимые средствами вентиляции

и дегазации добычного участка, с целью прогноза общей стоимости всего процесса газоотведения (см. рис. 1) [4].

На рис. 1 представлены результаты обобщения опыта проветривания и дегазации очистных забоев ряда глубоких шахт со средней нагрузкой на очистной забой на уровне 1500–2000 т/сутки. Значение оптимума – 70% корректируется в зависимости от изменения величины этой нагрузки и фактических размеров панели. При этом безупречно работающее проветривание добычных участков может не обеспечивать безопасных концентраций метана в исходящих струях лав исключительно по причине низкой эффективности предварительной и текущей дегазации разрабатываемого угольного пласта, исчерпав пределы своих технологических возможностей.

В качестве объекта исследований соотношения интенсивностей участкового газоотведения средствами вентиляции и дегазации принимается лава, работающая по пласту угля мощностью 3,6 м, глубиной залегания 400–440 м, углом падения 0–7° и содержащему в средней части две прослойки аргиллита общей мощностью 0,25 м. Пласт склонен к самовозгоранию, опасен по взрыву угольной пыли и газа, а также является угрожаемым по горным ударам. Три вышележащих пласта мощностью 4 м, 2,5 м и 2 м – отработаны. При отработке запасов выемочного столба будут пересечены четыре разведочных и семь дегазационных скважин, при переходе которых возможны

выбросы воды и газа. Природная газоносность пласта составляет 14–17 м³/т угля [1].

Проветривание лав производится по комбинированной схеме с изолированным отводом метановоздушной смеси через выработанное пространство. Свежая струя поступает с вентиляционного бремсберга по конвейерному штреку. Исходящая струя выдается по вентиляционному штреку и сети горных выработок на поверхность. Часть отработавшей струи через выработанное пространство поступает на вентиляционный штрек и по сети горных выработок к скважине, оборудованной газоотсасывающей установкой [1].

Предварительная дегазация лав осуществляется скважинами, пробуренными с поверхности. Текущая дегазация осуществляется тремя способами. Пластовая дегазация проводится путём бурения в обрабатываемый столб скважин диаметром 76 мм и 93 мм под углом 63–90° к штрекам буровым станком АБГ-300 (СБУ-300). Длина скважин находится в интервале 40–185 м при расстоянии между ними 15 м. Общий объём буровых работ составляет около 10000 м на добычной участок. Собираемый таким образом газ отводится по подземному трубопроводу за счёт депрессии, создаваемой вакуум-насосом, расположенным на поверхности [1].

Для дегазации выработанного пространства также используются скважины, пробуренные с поверхности в купол обрушения и отводящие газ посредством его самоистечения или применения вакуум-насоса [1].

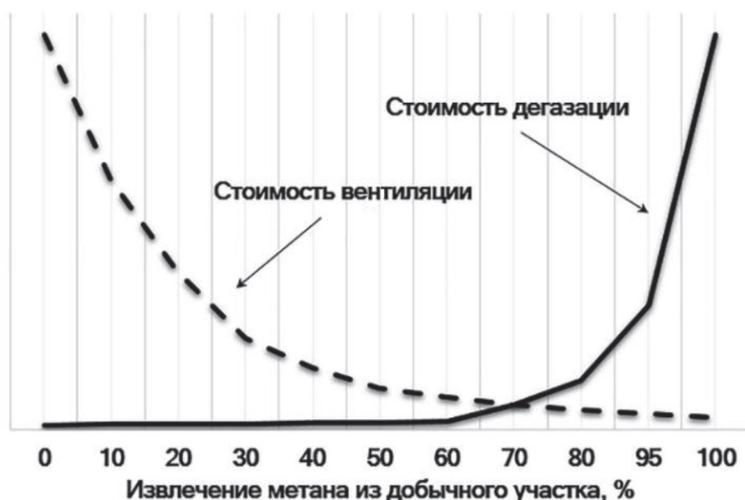


Рис. 1. Оптимальное соотношение стоимости работ по вентиляции и дегазации выемочного участка

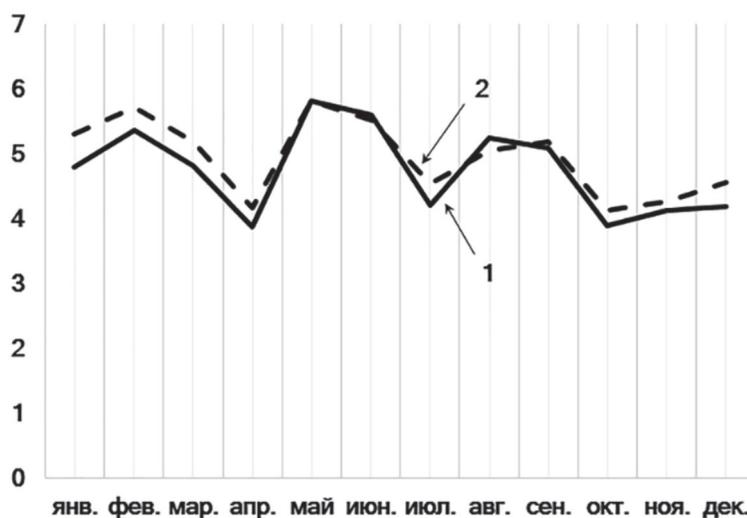


Рис. 2. Извлечение метана при проветривании добычного участка, м³/мин:
1 – по данным измерений горных мастеров; 2 – по данным лабораторных исследований

В дополнение к этому применяется изолированный отвод метана из выработанного пространства с помощью передвижных установок, включающих в себя ротационные насосы, огнепреградители и фильтры тонкой очистки газа. Он осуществляется по конвейерному штреку, а также газодренажным скважинам диаметром 0,4 м и длиной 420 м. Заложение этих скважин осуществляется по всей длине выемочного столба с целью отвода метана на поверхность. После обработки выемочного столба выработанное пространство изолируется от действующих горных выработок взрывостойчивыми перемычками, изготовленными из цементной смеси [1].

Для нагрузки на очистной забой 7000 т/сутки, длины лавы 200 м, ширины захвата комбайна 0,8 м, а также средней вынимаемой мощности пласта 3,55 м произведён расчёт суммарного участкового газовыделения. Учитывая выделение метана из разрабатываемого пласта, стенок откаточного штрека, подрабатываемых и надрабатываемых пластов-спутников, вмещающих горных пород и выработанного пространства – оно составит 33,64 м³/т (163,53 м³/мин) [2].

Для контроля фактических параметров проветривания выемочный участок оборудуется системой аэрогазового контроля, которая обеспечивает непрерывное измерение и передачу получаемой информации на диспетчерский пункт, её регистрацию и выдачу команд для автоматического отключения электрооборудования.

Данные по газоотведению средствами вентиляции представлены на рис. 2.

При ведении горных работ предусматриваются мероприятия по безопасному пересечению скважин, пробуренных с поверхности и служивших средством предварительной дегазации обрабатываемого пласта. Для этой цели работы по выемке угля начинаются от границ опасной зоны и ведутся после бурения разведочных шпуров длиной не менее 5 м с целью определения мест их расположения. Величина постоянного опережения забоя разведочными шпурами должна быть не менее 2 м, а расстояние между ними – не более 100 мм. Разведочные шпуры должны буриться по всей ширине опасной зоны. После бурения опережающих шпуров необходимо осматривать кровлю и забой лавы с целью обнаружения признаков прорыва воды.

Данные по дегазации выработанного пространства скважинами, пробуренными с поверхности в купол обрушения, представлены на рис. 3.

Данные по изолированному отводу метана из выработанного пространства по газоотсасывающему трубопроводу приведены на рис. 4.

Данные по пластовой дегазации приведены на рис. 5.

Из анализа данных, представленных на рис. 2–5, следует, что с помощью вентиляции извлекается 3%, дегазации через купол обрушения 4%, изолированного отвода метана 18%, а пластовой дегазации 75% метана, выделяющегося на добычном участке

угольной шахты средней глубины разработки и типичных горно-геологических условий центрального Кузнецкого бассейна. При этом по результатам измерений горных мастеров участка вентиляции и данным лабораторных исследований концентрации метана в исходящей струе лавы не превышают допустимых значений [2].

Выводы

1. В настоящее время промышленное и бытовое использование шахтного метана в широких масштабах не представляется возможным. В этой связи основные усилия должны быть сосредоточены на его улавливании в местах выделения в подземных горных выработках.

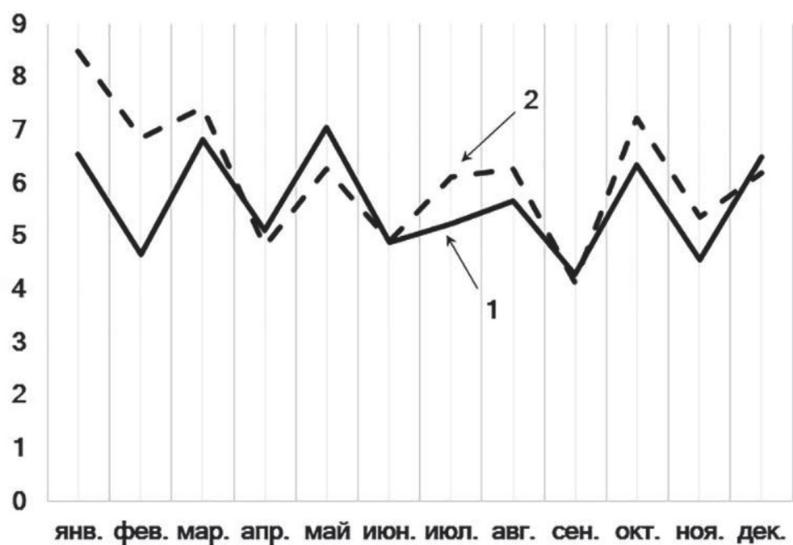


Рис. 3. Извлечение метана при дегазации выработанного пространства добычного участка скважинами, пробуренными с поверхности в купол обрушения, $\text{м}^3/\text{мин}$: 1 – по данным измерений горных мастеров; 2 – по данным лабораторных исследований

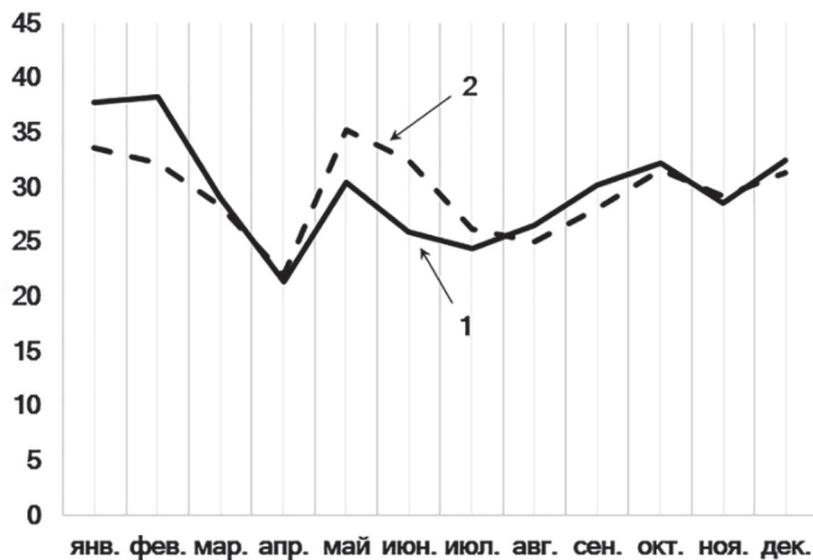


Рис. 4. Извлечение метана при дегазации выработанного пространства добычного участка по газоотсасывающему трубопроводу, $\text{м}^3/\text{мин}$: 1 – по данным измерений горных мастеров; 2 – по данным лабораторных исследований

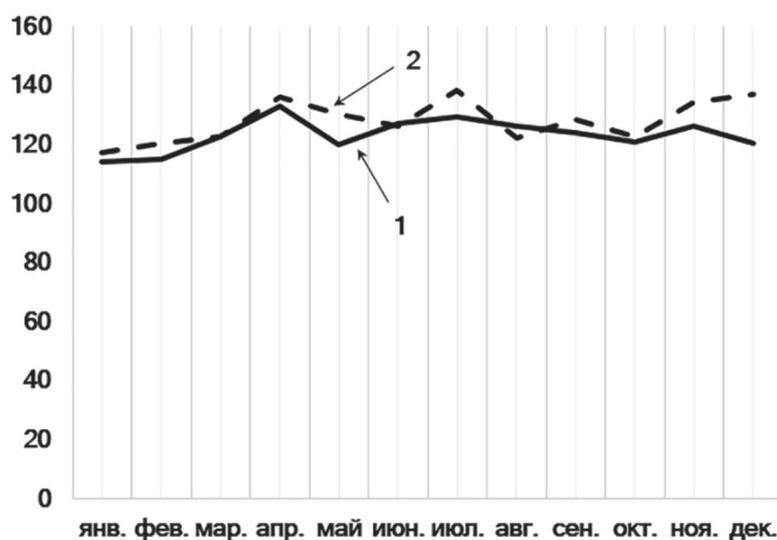


Рис. 5. Извлечение метана при пластовой дегазации добычного участка, м³/мин: 1 – по данным измерений горных мастеров; 2 – по данным лабораторных исследований

2. Стоимость работ по вентиляции и дегазации добычного участка находится в зависимости от величины общего извлечения метана и характеризуется оптимальным соотношением, зависящим от нагрузки на очистной забой, длины выемочной панели и расстояний его транспортирования.

3. В условиях больших нагрузок на очистной забой необходимо применение сочетания проветривания выемочного участка с предварительной поверхностной и текущей подземной дегазацией действующей лавы, осуществление которой возможно только в результате массового оборудования шахт дегазационными системами.

4. При высокой нагрузке на очистной забой на уровне 7000 т/сутки в условиях центрального Кузнецкого бассейна и шахты со средней глубиной разработки после предварительной дегазации пласта скважинами, пробуренными с поверхности, эффективно работающая текущая подземная пластовая

дегазация должна обеспечивать отвод до 75% метана из добычного участка, а дегазация выработанного пространства (с учётом утечек газа) – до 22%. Такое соотношение создаст условия для эффективного проветривания лавы, на долю которого придётся до 3% отводимого метана.

Список литературы

1. Документация на техническое перевооружение опасного производственного объекта ОАО «Шахта «Заречная». Проект проветривания выемочного участка 1302 пласта «Байкаимский», 244/13-39-ПЗ. ООО «Научно-проектный центр «ВостНИИ», 2015. – 150 с.
2. Инструкция по дегазации угольных шахт. Серия 05. Выпуск 22. – М.: ЗАО «Научно-технический центр исследований промышленной безопасности», 2013. – 250 с.
3. Шахтный метан в России: Использование с выгодой для безопасности и охраны окружающей среды. ОЕСР/МЭА, 2010. – 48 с.
4. Creedy D.P., Saghafi A., Lama R. Gas Control in an Underground Coal Mining. IEACR/ 91. London: IEA Coal Research, 1997. – 122 p.
5. IEA: Coal Mine Methane in Russia: Capturing the Safety and Environmental Benefits. International Energy Agency. December 2016. – 54 p.