

техногенных параметров обработки угольных пластов, повлиявших на формирование техногенных залежей метана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шлютер Р., Камински М. Каптаж скважинами шахтного метана в районах оставленных горных работ// Глокауф. – 2006. – 1(2). – с. 38 – 42.
2. Забигайло В.Б., Лукинов В.В., Широков А.З. Выбросоопасность горных полород Донбасса. Киев.: Наук. думка, 1983. 286 с.
3. Лукинов В.В., Фичев В.В., Клец А.П. Принципы оценки ресурсов извлекаемого метана из подработанной угленосной толщи. Геотехническая механика. – Днепропетровск, 2002. – Вып. 32. – с. 30-40.
4. Лукинов В.В., Клец А.П., Бобрышев В.В., Гуля Д.П., Капланец Н.Э., Фичев В.В. Фильтрационные параметры коллектора - угленосного массива подработанного горными выработками. Геотехническая механика. – Днепропетровск, 2002. – Вып. 37. – с. 74-79.

УДК 622.831(088.8)

Д-р геол.-мин. наук В.В. Лукинов,
канд. техн. наук А.П. Клец
(ИГТМ НАН Украины),
канд. техн. наук И.А. Ефремов,
канд. техн. наук Б.В. Бокий
(шахта им. А.Ф. Засядько)

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНОЛОГИИ СПОСОБА ОПЕРЕЖАЮЩЕЙ ДЕГАЗАЦИИ ПОРОД КРОВЛИ ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ ЛАВ

Викладено результати робіт з розроблення технології способу випереджаючої дегазациї порід покрівлі високонавантажених лав, та запропонована позиція цього способу в класифікації дегазацийних заходів.

ELEMENTS OF TECHNOLOGY THE METHOD PASSING AHEAD DEGASSING OF ROOF BREEDS THE HIGH-LOADED LAVAS

The results of works on development of technology the method passing ahead degassing of roof breeds the high-loaded lavas are expounded, and position of this method in classification of decontamination measures is offered.

В 60-70 годы прошлого столетия в угольной промышленности СССР начала внедряться добычная техника нового поколения, позволяющая добывать 1000 и более тонн угля в сутки из одного очистного забоя. На участках с высокой газоносностью угля и пород повышение нагрузок на лавы сдерживалось «газовым фактором» – вентиляционные системы не обеспечивали нормативные параметры шахтной атмосферы. Были начаты активные научно-исследовательские и внедренческие работы по дегазации угольных пластов и пород. Анализ этих работ [1, 2, 3] показывает их хорошие результаты и эффективность. Тогда же впервые была предложена и одобрена специалистами горного дела классификация способов дегазации угольных пластов и пород.

По виду воздействия на дегазуемый массив способы разделили на пассивные (вакуумирование дегазационных скважин) и активные (механическая, гидравлическая, физико-химическая, тепловая и другие виды

обработки массива для повышения проницаемости последнего). По времени проведения дегазационных мероприятий относительно ведения горных работ способы разделяются на предварительную, текущую и постэксплуатационную дегазацию. Причем, предварительная дегазация подразделяется на собственно предварительную, когда дегазационные работы выполняются менее чем за 2 года до начала горных работ на дегазируемой площади, и на заблаговременную дегазацию, проводимую более чем за 2 года до начала ведения горных работ.

В настоящее время применение активных способов обработки угленородного массива с целью изменения его газодинамических свойств сдерживается из-за больших затрат материальных и денежных средств на их реализацию. Заблаговременная и предварительная дегазация по различным причинам, в основном из-за значительных капиталовложений, также не применяется. На шахтах используются способы текущей дегазации угольных пластов и вмещающих пород, а также дегазация выработанного пространства [4].

На высоконагруженных добычных участках (две и более тысяч тонн в сутки) с высокой скоростью подвигания очистных забоев (четыре и более метров в сутки) текущая дегазация угленородного массива и дегазация выработанного пространства не всегда обеспечивают достаточную эффективность мероприятий. При решении вопросов комплексной дегазации пород кровли на шахте им. А.Ф. Засядько сотрудниками ИГТМ НАН Украины и специалистами шахты был предложен один из вариантов предварительной дегазации – способ опережающей дегазации пород кровли высоконагруженных лав, в котором реализуются особенности сдвижения пород кровли на сопряжении отработанного и подготавливаемого выемочного столба. Способ основан на бурении из подготовительных выработок в направлении пород кровли отработанной лавы, смежной с лавой, которая будет отрабатываться, дегазационных скважин, перебуривая интервал геологического объекта дегазации в геомеханической зоне с повышенной проницаемостью пород. В устьевой части скважины обсаживаются трубами с герметизацией затрубного пространства и подключаются к дегазационным трубопроводам. Сущность способа, основные параметры и технология его реализации изложены в [5]. Выполненные шахтные наблюдения и эксперименты по отработке параметров способа показали хорошие результаты основных показателей работы дегазационных скважин: дебита и качества газовоздушной смеси [6].

Опережающая дегазация в отличие от заблаговременной и предварительной выполняется уже после начала горных работ на дегазируемой площади – во время подготовки выемочного участка или же в процессе его эксплуатации, когда дегазируемый массив находится впереди забоя вне зоны влияния очистных работ дегазируемой лавы. Термин «опережающая дегазация» в горной промышленности уже используется, однако однозначной трактовки он пока не имеет. Авторами предлагается термином «опережающая дегазация» обозначить один из вариантов предварительной дегазации угленородного массива, находящегося вне зоны влияния очистных работ, когда дегазационные

мероприятия выполняются как во время ведения подготовительных, так и очистных работ на добычном участке.

На способ опережающей дегазации пород кровли высоконагруженных лав ИГТМ НАН Украины совместно с АП «Шахта им. А.Ф. Засядько» получен патент Украины [7], и в настоящее время продолжаются экспериментальные работы по оптимизации параметров способа и увязки его в технологическом цикле подготовительных работ и с технологией эксплуатации добычного участка.

В 2005 году выполнен еще один цикл экспериментальных работ по опережающей дегазации пород кровли. В горно-геологических условиях 17 восточной лавы пласта m_3 из вентиляционного штрека вне зоны влияния лавы впереди очистного забоя были пробурены две дегазационные скважины. Параметры бурения скважин соответствовали разработанным. На полную толщину в зоне прогиба пород был перебурен песчаник $m_4Sm_4^1$. На момент окончания бурения и подключения скважин к дегазационному трубопроводу расстояния от устья скважин до очистного забоя составляло 683,5 м (ПК-30) и 539 м (ПК-39). Основные показатели работы двух скважин опережающей дегазации 17 восточной лавы приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные показатели работы дегазационных скважин

№ скважины	Рабочий период, сут.	Средний дебит CH_4 , m^3/min	Средняя концентрация CH_4 в смеси, %	Удельная метанодобываемость, тыс. $m^3/1$ п.м.	Кол-во (100 %-го) извлеченного метана, тыс. m^3
ПК-39	180	2,84	95,8	7,36	736
ПК-30	209	0,81	81,4	2,44	244

Технология выполнения способа опережающей дегазации пород кровли высоконагруженных лав разрабатывается в двух вариантах: непосредственно в процессе проведения вентиляционного штрека и уже в сооруженном вентиляционном штреке без привязки к технологии его проведения. С точки зрения эффективности дегазации предпочтительнее является первый вариант технологии, так как продолжительность опережающей дегазации пород кровли будет максимальной – от момента бурения дегазационных скважин в период проведения вентиляционного штрека до момента подхода очистного забоя в створ со скважинами.

К разрабатываемой технологии предъявляются следующие основные требования:

- извлечение максимально возможных объемов метана как из каждой дегазационной скважины, так и из добычного участка в целом;
- высокое качество капируемой газо-воздушной смеси (повышение CH_4 и снижение содержания воды);
- низкие затраты на выполнение способа;

- плотная увязка технологии в едином технологическом цикле проведения вентиляционного штрека;
- соответствующий уровень безопасности работ при выполнении способа.

Основными производственными операциями разрабатываемой технологии являются: установка и монтаж бурового станка, подсоединение его к системе энергопитания и водоснабжения, организация отвода промывной жидкости, наращивание дегазационного трубопровода, бурение дегазационных скважин, обсадка скважин с изоляцией затрубного пространства, обвязка устья скважин и подсоединение к дегазационному трубопроводу. В том случае, если в поперечном сечении проводимого вентиляционного штрека нет места для размещения бурового станка и возможности бурения дегазационных скважин, в технологическом цикле проведения вентиляционного штрека необходимо предусмотреть сооружение ниш со стороны выработанного пространства.

Определяющим показателем эффективности опережающей дегазации является объем извлеченного метана и, как следствие, снижение природной газоносности объекта дегазации. Объемы метана, извлекаемого опережающей дегазацией, зависят от количества дегазационных скважин, дебита скважины и продолжительности ее работы. На стадии проектирования способа объем извлекаемого метана на добычном участке способом опережающей дегазации ($W_{од}$) определяется по формуле

$$W_{од} = \sum_{n=1}^{n_{\max}} 1,44 Q_c \cdot t_{дез}, \text{ тыс. м}^3, \quad (1)$$

где Q_c – средний дебит дегазационной скважины, $\text{м}^3/\text{мин}$; n – количество скважин опережающей дегазации на участке, шт.

Количество скважин на участке регламентируется радиусом дегазационного действия скважины, на основании которого определяется расстояние между скважинами r_c . По технологическим условиям оно может быть меньше максимально возможного количества $n_{\max}$, которое определяется из отношения

$$n_{\max} = \frac{L}{r_c}, \text{ шт.}, \quad (2)$$

где L – длина выемочного столба, м; r_c – расстояние между скважинами, м.

Дебит скважин зависит от давления газа и газопроницаемости нетронутого массива, а также от степени расслоения в геомеханической зоне на сопряжении пород дегазируемого участка с отработанным массивом. Он характеризует темп газотдачи массива, которая определяется пористостью, трещиноватостью и обводненностью пород. Ввиду небольшого объема статистических данных получить зависимость для расчета ожидаемого дебита скважины опережающей дегазации пока не представляется возможным.

Для расчетов показателей опережающей дегазации ожидаемый средний дебит скважины можно принимать равным 1,0 м³/мин, а для расчетов дегазационных трубопроводов – 2,0 м³/мин (например, по аналогии с величинами дебита скважин на ПК-30 и ПК-39: 0,81 и 2,84 м³/мин).

Одним из основных параметров опережающей дегазации является продолжительность работы каждой скважины, от чего наряду с дебитом в конечном итоге зависит объем извлеченного метана. Продолжительность работы скважин опережающей дегазации зависит от длины выемочного столба, направления его отработки, координаты расположения скважины по длине штрека, скорости проходки вентиляционного штрека и подвигания очистного забоя, а также от оптимизации графика организации работ при подготовке выемочного участка. Для условий, когда бурение скважин планируется во время подготовки выемочного участка, продолжительность работы дегазационной скважины рассчитывается по формулам

$$t_{\text{дег.прям}} = \frac{L - x_{\text{пр}}}{V_{\text{пр}}} + \frac{x_{\text{оч}}}{V_{\text{оч}}} + \Delta t_{\text{техн}}, \quad (3)$$

$$t_{\text{дег.обр}} = \frac{L - x_{\text{пр}}}{V_{\text{пр}}} + \frac{L - x_{\text{оч}}}{V_{\text{оч}}} + \Delta t_{\text{техн}}, \quad (4)$$

где $t_{\text{дег.прям}}$ и $t_{\text{дег.обр}}$ – продолжительность работы дегазационной скважины соответственно при прямом и обратном ходе отработки выемочного столба, суток; $V_{\text{пр}}$ – скорость проходки вентиляционного штрека, м/сутки; $V_{\text{оч}}$ – скорость подвигания очистного забоя, м/сутки; $x_{\text{пр}}$ – координата забоя вентиляционного штрека на момент начала работы скважины, м; $x_{\text{оч}}$ – координата расположения устья дегазационной скважины, м; $\Delta t_{\text{техн}}$ – промежуток времени от момента окончания проходки до момента начала очистных работ (включая и монтаж добычного комплекса), суток.

Расчетные формулы (3) и (4) справедливы для условия, когда вентиляционный штрек проводится в направлении от центральных уклонов до фланга выемочного столба. Анализ этих формул показывает, что в наиболее благоприятных условиях будут находиться скважины, размещенные у начала выемочного столба, срок службы которых (при обратном ходе отработки столба) будет складываться из времени подготовки столба и монтажа добычного комплекса, времени отработки столба, а также технологического промежутка времени от момента окончания подготовительных работ до начала очистных работ.

Одним из достоинств предварительной, в том числе и опережающей дегазации по отношению к текущей является разделение в пространстве и во времени дегазационных мероприятий и очистных работ. Практика

дегазационных работ на шахте показывает, что при проведении текущей дегазации, где главным критерием является степень снижения поступлений метана в рабочее пространство горных выработок, управлять содержанием метана (увеличивать концентрацию CH_4) в газовоздушной смеси не представляется возможным. Если же дегазационные работы выполняются в отдалении от рабочего пространства горных выработок, тогда, регулируя дебитом дегазационной скважины, можно повышать концентрацию метана в извлекаемой газовоздушной смеси, то есть управлять ее качеством без повышения притоков метана в выработки.

Мероприятия по улучшению качества метановоздушной смеси направлены на повышение концентрации CH_4 и снижение содержания воды и твердых частиц породы и угля. Требованиями к способам и схемам дегазации угольных шахт [4] рекомендуется снижение содержания воды и твердых частиц в метановоздушной смеси выполнять путем очистки последней устройством, устанавливаемым на устье скважин. Такое устройство разработано специалистами МакНИИ и ДонУГИ и представляет собой отцентрованный сепаратор цилиндрического типа, оборудованный дренажной трубкой с гидравлическим затвором. Принцип работы и подключение к дегазационному трубопроводу устройства для очистки метановоздушной смеси описаны в Приложении К стандарта [4].

Повышение концентрации метана в газовоздушной смеси осуществляется мероприятиями по устранению подсосов воздуха горных выработок в дегазационные скважины через разрушенные боковые породы. Данные мероприятия реализуются двумя методами. Во-первых, выполняется качественная изоляция скважин путем ее обсадки трубами и цементации затрубного пространства. Во-вторых, подсосы воздуха в скважины и утечки метана из скважин через трещины в атмосферу выработок устраняются путем поддержания рационального давления в дегазационных скважинах по отношению к разрежению в дегазационном трубопроводе и давлению газа в дегазируемом массиве. Такие мероприятия выполняются путем изменения проходного сечения устья скважины с помощью вентилей, шиберных заслонок или штуцеров, применяемых на газодобывающих скважинах. На шахте им. А.Ф. Засядько такие работы уже проводятся. Установка шиберных заслонок и регулирование величины разрежения устья скважины на ПК-30 и ПК-39 показали хорошие результаты: средняя концентрация метана в газовоздушной смеси в этих скважинах составила соответственно 81,4 и 95,8 %.

Выводы. Наряду с эффективностью дегазации пород кровли высоконагруженных лав опережающая дегазация по сравнению с текущей имеет преимущества в возможности управления дебитом и качеством извлекаемой смеси, что позволяет эффективно использовать шахтный метан в различных видах деятельности. Технологичность способа, возможности его увязки в цикле основных производственных процессов по добыче угля и невысокие затраты на его выполнение гарантируют реализацию способа в условиях шахт Донбасса. В настоящее время работы ведутся в направлении

отработки параметров и увязки способа в технологическом цикле подготовки выемочных участков в условиях шахты им. А.Ф. Засядько. В дальнейшем планируется апробация способа в горно-геологических условиях высоконагруженных лав других шахт Донбасса и разработка методов оценки эффективности дегазации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ножкин Н.В. Заблаговременная дегазация угольных месторождений. – М.: Недра, 1979. – 408 с.
2. Айруни А.Т. Теория и практика борьбы с рудничными газами на больших глубинах. – М.: Недра, 1981. – 336 с.
3. Васючков Ю.Ф. Физико-химические способы дегазации угольных пластов. – М.: Недра, 1986. – 256 с.
4. Дегазація вугільних шахт. Вимоги до способів та схеми дегазації. – К., 20005. – 163 с.
5. Б.В. Бокий. Опережающая дегазация пород кровли высоконагруженных лав / Б.В. Бокий, Д.П. Гуня, А.П. Клец, А.А. Тихонов // Геотехническая механика. – Днепропетровск, 2005. – Вып. 53. – С. 100–105.
6. Б.В. Бокий. Экспериментальные исследования предварительной дегазации пород кровли на шахте им. А.Ф. Засядько / Б.В. Бокий, Д.П. Гуня, В.В. Лукинов, А.П. Клец // Геотехническая механика. – Днепропетровск, 2005. – Вып. 55. – С. 11–16.
7. Патент Украины № 75821, кл. Е 21 F 7/00 бюлл. № 5. 2006 г.

УДК 622.647.2

Канд. техн. наук Р.В. Кирия,
канд. техн. наук В.Ю. Максютенко,
м.в.с. И.А. Бужинский
(ИГТМ НАН Украины)

ВЛИЯНИЕ ТИПА НАТЯЖНОГО УСТРОЙСТВА И МЕСТА ЕГО УСТАНОВКИ НА ДИНАМИКУ ПУСКА ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА

Розглянуто питання пуску одноприводного стрічкового конвеєра з головним приводним барабаном та різними натяжними пристроями: з вантажним, розташованим у хвості конвеєра; з вантажним у привода із жорстким натягненням. Описані можливості запропонованої авторами методики розрахунку на ЕОМ пуску з трьома варіантами натяжних пристроїв.

THE INFLUENCE OF TIGHTENER TYPE AND PLACE OF ITS INSTALLATION ON DYNAMICS OF BELT CONVEYER STARTING

The question of starting of single-drive belt conveyer with a main drive drum and different tighteners is considered: with freight, located in the tail of conveyer; with freight in drive, with the hard pull. Possibilities of the method of computer calculation of starting offered by authors are described with three variants of tighteners.

Исследованию динамики пуска ленточных конвейеров посвящены работы многих отечественных и зарубежных авторов. В частности, влиянием натяжного устройства на динамику пуска занимались Н.Я. Биличенко [1], Е.Х. Завгородний [2], В.И. Лескевич [3], Ю.В. Заболотный [4] и другие. Однако результаты, полученные авторами на основании экспериментальных исследований конвейеров, носят частный характер, и предлагаемые рекомендации не всегда могут быть применены для эксплуатируемых и тем более проектируемых конвейеров.