

УДК 622.457.2

А.М. Тимошенко, Д.В. Никифоров,

ОАО «НЦ ВостНИИ»

Я.С. Ворошилов, А.А. Поморцев

ООО «Горный-ЦОТ»

Анализ существующих способов проветривания тупиковых подготовительных выработок

Рассмотрен существующий в отечественной и зарубежной практике опыт применения схем и способов проветривания тупиковых подготовительных выработок.

Выполнена оценка условий применения рассмотренных способов проветривания тупиковых подготовительных выработок, их эффективности, преимуществ и недостатков.

Ключевые слова: ПОДГОТОВИТЕЛЬНАЯ ВЫРАБОТКА, СПОСОБ ПРОВЕТРИВАНИЯ, СРЕДСТВА ПРОВЕТРИВАНИЯ, ПРИЗАБОЙНОЕ ПРОСТРАНСТВО, ЭФФЕКТИВНОСТЬ

• • •

Usage experience of blind preparation galleries ventilation schemes and methods in existing domestic and foreign practice is reviewed.

Evaluation of application conditions of the reviewed ventilation methods of blind preparation galleries, their efficiency, merits and drawbacks is done.

Key words: PREPARATION GALLERY, VENTILATION METHOD, VENTILATION MEANS, FACE AREA, EFFICIENCY

Проветривание подготовительных выработок на шахтах осуществляется согласно действующему нормативному документу – «Руководству по проектированию вентиляции угольных шахт» [1], в котором указано, что основным способом проветривания тупиковых подготовительных выработок является нагнетательный. При проведении выработок проходческими комбайнами рекомендуется применять нагнетательно-всасывающий способ с использованием пылеотсасывающих установок.

Всасывающий способ проветривания рекомендуется применять в негазовых шахтах. Этот способ может также применяться в газовых шахтах при использовании вентиляторов местного проветривания (ВМП), допущенных для отсоса метановоздушных смесей, а также эжекторов (п. 5.3.10) [1].

Выбор определенного способа проветривания связан, прежде всего, с техническими возможностями шахты и никак не обусловлен индивидуальным подходом к каждому конкретному подготовительному забою. Между тем, использование какого-либо способа проветривания как средств-

ва борьбы с опасными и вредными составляющими рудничной атмосферы (газ и пыль) имеет свои преимущества и недостатки.

Рассмотрим подробнее каждый из известных способов проветривания тупиковых выработок.

Нагнетательный способ проветривания тупиковых выработок

В связи с тем, что «Руководство ...» [1] рассматривает нагнетательный способ проветривания как основной, «Правила безопасности в угольных шахтах» [2] также трактуют требования к проветриванию тупиковых выработок в основном как требования к нагнетательному способу.

При нагнетательном способе проветривания вентилятор (или группа вентиляторов) находится в выработке со свежей струей воздуха на расстоянии не менее 10 м от струи, исходящей из проветриваемой тупиковой выработки [1, 2]. От вентилятора до забоя прокладывается вентиляционный трубопровод, как правило, из гибких вентиляционных труб, по которому в забой поступает свежий воздух. При этом расстояние от конца вентиляционных труб до забоя в газовых шахтах не должно превышать 8 м, а в негасовых - 12 м.

Свежая струя поступает в забой, омывает его, перемешиваясь с присутствующими в призабойном пространстве газом и пылью, и, развернувшись на 180° , уходит по выработке к ее устью, принимая на своем пути утечки свежего воздуха из неплотностей вентиляционного трубопровода и газ из отбитой горной массы и стенок выработки.

Техническая и теоретическая стороны нагнетательного способа проветривания достаточно хорошо отработаны и изучены, так как осваивались в течение многих десятилетий как в нашей стране, так и за рубежом, и отражены в работах многих исследователей.

Одним из главных достоинств нагнетательного способа является хорошее перемешивание метана, выделяющегося в призабойное пространство подготовительной выработки, вентиляционной струей, выходящей из трубопровода. Однако даже в этом случае в призабойном пространстве и, в первую очередь, в зоне действия исполнительного органа комбайна возможны появления местных скоплений метана с концентрацией, превышающей среднее для призабойного пространства значение [3,4]. Это объясняется недостаточной степенью турбулизации воздушных масс у забоя и говорит о неполноте выноса газа.

Эффективность использования воздуха в призабойном пространстве подготовительных выработок, проветриваемых нагнетательным способом, изучалась целым рядом исследователей, которые оценивали ее с помощью коэффициентов [5,6,7,8,9]. При этом авторы вкладывали в них неодинаковый физический смысл, в соответствии с которым были использованы различные названия: «коэффициент турбулентной диффузии», «коэффициент полезного действия», «коэффициент захвата», «коэффициент использования струи». Соответственно и величины коэффициентов, использованные разными исследователями, зависели от различных параметров.

Для тупиковых выработок, проводимых с помощью буровзрывных работ и проветриваемых нагнетательным способом, Воронин В.Н. [5] назвал отношение среднего содержания газа в произвольном сечении ядра постоянной массы свободной струи, поступающей в призабойное пространство из нагнетательного трубопровода, к содержанию метана на ее границе коэффициентом турбулентной диффузии. Этот коэффициент характеризует, прежде всего, процесс выноса газа и зависит от основных горнотехнических параметров призабойного пространства выработки.

Красноштейн А.Е. [6] определял коэффициент использования струи в зависимости от дебита и объема призабойной зоны.

Первов Ю.М. [7] предложил определять этот коэффициент по геометрическим и количественным характеристикам прямых и обратных потоков в камере.

Гамберг Е.Н. и Вассерман А.Д. [8], исследуя эффективность проветривания плоских камер с меняющимся числом подающих и выдающих воздух выработок, предложили определять коэффициент использования струи в зависимости от объема камер и количества выработок.

Матросов А.Ф., Корзон А.И., Исаков В.А. [9] считают, что в уравнении, описывающем изменение концентрации вредностей при проветривании призабойной зоны тупиковой выработки, основным показателем является коэффициент турбулентной диффузии, зависящий от аэродинамических параметров воздушного потока, геометрических размеров выработки, ее конфигурации и удаления конца трубопровода от забоя.

Согласно «Руководству ...» [1], на угольных шахтах в настоящее время при расчете количества воздуха для проветривания тупиковых подготовительных выработок используется коэффициент турбулентной диффузии, который принимается равным 1,0 для выработок с площадью поперечного сечения до 10 м^2 и 0,8 для выработок с площадью поперечного сечения более 10 м^2 .

Проанализировав вышесказанное, можно заметить, что все коэффициенты, предлагаемые различными авторами, объединяет между собой то, что каждый из них в какой-то степени зависит от аэродинамических параметров воздушного потока, размеров призабойного пространства и применяемого трубопровода. При этом становится ясно, что физический смысл, придаваемый приведенным коэффициентам, является характеристикой различных сторон одного процесса. С нашей точки зрения, он представляется коэффициентом использования воздуха, который характеризует, прежде всего, качество перемешивания воздушных масс в зоне действия исполнительного органа комбайна [10,11].

Из приведенных выше работ следует, что эффективность использования воздуха является одной из основных характеристик аэрогазодинамики призабойного пространства при нагнетательном способе проветривания. Отсюда по аналогии можно сделать вывод, что при переходе к другим способам проветривания призабойного пространства также необходимо исследовать эффективность использования воздуха в забое.

С точки зрения борьбы с пылью, нагнетательный способ проветривания обладает существенным недостатком, заключающимся в свободном выносе пыли из призабойного пространства к устью выработки и отложении ее на почве выработки и элементах крепи, а также в закрепном пространстве.

Практика эффективности работы существующих средств пылеподавления (орошение, пылеотсос) и проведения ряда дополнительных мероприятий по уменьшению пылевой опасности (осланцевание, смыв и др.) показала, что все эти средства и дополнительные мероприятия, обладающие каждое в отдельности сравнительно высокой эффективностью, не всегда могут в должной мере обеспечить соблюдение санитарных норм запыленности, предусмотренных нормативными требованиями, и не исключают потенциальную опасность пыли как источника взрыва и профессиональных заболеваний.

Всасывающий способ проветривания тупиковых выработок

Всасывающий способ проветривания подготовительных выработок исследовался в работах многих авторов [5, 12, 14].

При всасывающем способе проветривания вентилятор располагается, как и при нагнетательном способе, в выработке со свежей струей воздуха и со стороны всаса подключается к жесткому трубопроводу, проложенному по всей длине выработки до забоя. Со стороны нагнетания или выхлопа может присоединяться гибкий трубопровод, и исходящая струя воздуха из забоя тупиковой выработки в таком случае будет выбрасываться в предназначенную для этого выработку, расположенную на некотором расстоянии от работающего вентилятора.

Свежая струя воздуха поступает в призабойное пространство по тупиковой выработке, и в месте расположения открытого конца всасывающего трубопровода делает поворот в направлении всасывающего отверстия, входит в него, перемещается по нему до вентилятора и выбрасывается в проходящую мимо вентилятора струю воздуха либо в предназначенную для этого выработку.

Движение свежей струи воздуха к забою по выработке имеет как положительные, так и отрицательные стороны. Преимуществом всасывающего способа перед нагнетательным является то, что вся пыль прижимается к забою и затем поступает во всасывающий трубопровод, где ее можно улавливать с помощью фильтров обеспыливающей установки или в специальных камерах на выхлопе из гибкого трубопровода от нагнетательного патрубка вентилятора. Ряд авторов [5,12,18,19] отмечают, что запыленность атмосферы подготовительных выработок при всасывающем способе проветривания значительно ниже, чем при нагнетательном. Но, с другой стороны, поступающая по тупиковой выработке к забою свежая струя воздуха принимает на своем пути весь газ, выделяющийся из стенок выработки и транспортируемой горной массы. Привнесенное в забой количество газа может достигать нескольких кубических метров в минуту, что потребует значительного увеличения количества отсасываемого воздуха из призабойной части выработки по сравнению с количеством воздуха, подаваемым в забой при нагнетательном способе проветривания.

Движение воздуха в призабойном пространстве выработок при всасывающем способе проветривания резко отличается от движения при нагнетательном способе проветривания. Если при нагнетательном способе воздух выходит из конца трубопровода в виде свободной струи с наиболее высокой скоростью движения, чем скорость движения в самой выработке, то при всасывающем способе проветривания поле с повышенной скоростью движения воздуха в свободном пространстве выработки создается непосредственно у конца всасывающего трубопровода и имеет шарообразную форму. Поэтому значительная часть потока воздуха может не использоваться для проветривания призабойной части, поступая из выработки непосредственно во всасывающий трубопровод [11].

Замерами, проведенными на шахте «Комсомольская» (ПО «Челябинскуголь»), установлено, что нулевые скорости потока располагаются в сфере, центром которой является отверстие всасывающего трубопровода. Поэтому при проветривании выработки всасывающим способом должно быть регламентировано не только расстояние конца всасывающего трубопровода от за-

боя, но и соотношение сечения выработки и диаметра трубопровода. Расстояние от центра отверстия всасывающего трубопровода до наиболее удаленных частей выработки не должно превышать 5-6 диаметров этого трубопровода [11].

Клебанов Ф.С. в своей работе [15] определяет, что зона всасывающего трубопровода значительно меньше, чем при нагнетательном способе, что не позволяет использовать всасывающий способ проветривания в выработках большого сечения (более 12 м^2), так как при этом могут возникать непроветриваемые участки в призабойном объеме выработки. Резкого снижения запыленности воздуха и высокого эффекта обеспыливания можно добиться удалением нагнетательного трубопровода от забоя на расстояние l , в 2-3 раза превышающее нормативное значение (8 м). Параметр l определяет поле скоростей у источников пылеобразования и энергию возвратного течения, обуславливающую дальность прорыва запыленного воздуха. Например, при нагнетательном способе проветривания ($l = 8 \text{ м}$) отмечаются высокие скорости как в прямом, так и в возвратном потоках, при этом последний занимает $2/3$ ширины выработки. Удалением нагнетательного трубопровода на 17 м достигается снижение этой величины до $1/2$ поперечного размера выработки. Это свидетельствует о расширении поступающей свежей струи, что приводит к сглаживанию эпюры скоростей у забоя, снижению выноса пыли, уменьшению требуемой кратности отсоса воздуха.

Скорость воздушной струи по мере приближения к всасывающему отверстию трубопровода увеличивается и у самого входного отверстия достигает максимального значения. На расстоянии же только одного диаметра вентиляционной трубы от конца трубопровода скорость воздушной струи составляет всего 5% от максимальной скорости в трубопроводе [13, 16, 17]. Поэтому значение коэффициента использования воздуха при всасывающем способе проветривания подготовительных выработок гораздо ниже, чем при нагнетательном. Это приводит к образованию в призабойном пространстве плохо проветриваемых зон с повышенной концентрацией метана, что является одной из причин того, что всасывающий способ проветривания практически не применяется на угольных шахтах России.

Однако отмеченный отрицательный момент может быть сглажен путем использования различных типов турбулизаторов. Подтверждением этого служит большой опыт использования всасывающего способа проветривания на шахтах Польши, Германии, Великобритании, США.

Испытательная станция рудничной вентиляции Вестфальского горнопромышленного товарищества, проводившая в 1980-1983 гг. обследование 129 подготовительных забоев, оснащенных комбайнами избирательного действия, установила следующее:

- 33% забоев проветривается нагнетательным способом одним вентиляционным трубопроводом;
- 5% забоев имеет опережающий вспомогательный всасывающий трубопровод с пылеулавливателем;
- 56% забоев оборудовано, кроме всасывающего обеспыливающего трубопровода дополнительно к главному нагнетательному трубопроводу, вспомогательным нагнетательным трубопроводом (воздухоохладителем);

- у 6% забоев отставание главного нагнетательного трубопровода от забоя превышало расстояние $8\sqrt{A}$ (A - площадь поперечного сечения забоя, м^2), и проветривание забоя осуществлялось всасывающим обеспыливающим трубопроводом (вспомогательный нагнетательный трубопровод отсутствовал);

- в 60% обследованных забоев не было предусмотрено использование аккумулятора вентиляционных труб;

- во всех забоях использовался пневмоэжектор, обеспечивающий эффективность проветривания забоя.

Пневмоэжектор применялся в 50 исследованных забоях при следующих условиях:

- максимальное расстояние эжектора от кровли - 0,6 м;

- удаление эжектора от середины сечения не более чем на 0,3 м;

- максимальное расстояние эжектора от забоя выработки $1,5\sqrt{A}$;

- относительно ровная поверхность забоя.

При соблюдении названных условий только в отдельных случаях не обеспечивалась скорость движения воздуха у забоя 0,5 м/с, что устранялось установкой дополнительных эжекторов на стрелу комбайна.

Из приведенного ниже материала можно сделать вывод о том, что проветривание выработок только при помощи всасывающего трубопровода на шахтах Германии не применяется. По крайней мере, обязательно используется пневмоэжектор для обеспечения предписанной правилами безопасности скорости движения воздуха на участке выработки между комбайном и забоем.

В США широкое распространение получил всасывающий способ проветривания с использованием вспомогательных нагнетательных вентиляторов, установленных на комбайнах, позволяющий, по данным американских специалистов, не только ликвидировать опасные скопления газа в забое, но и значительно (до 90%) снизить запыленность воздуха.

Проветривание подготовительных выработок на шахтах Польши до 1961 г. осуществлялось в основном всасывающим способом с применением пневматических ВМП [11]. На шахте «Бжеще» все 32 подготовительных забоя проветривались только всасывающим способом. В некоторых случаях применение всасывающего способа проветривания позволяет проветривать выработки длиной до 5000 м. В этом случае первые 3300 м воздухопровода монтировались из труб диаметром 950 мм, следующие 1700 м сначала диаметром 635 мм и затем диаметром 500 мм.

Согласно статистическим данным, приведенным в работе Клебанова Ф.С. [15], в 1990 г. на территории бывшего СССР существовало 7202 подготовительных выработки, около 40% из которых проводились с помощью комбайнов. Газообильность 70 % подготовительных выработок Кузбасса составляла 3-6 $\text{м}^3/\text{мин}$. Около 60% выработок проветривалось с расходом воздуха в призабойном пространстве до 200 $\text{м}^3/\text{мин}$. По данным ВостНИИ, на начало 1995 г. на 38,7% шахт Кузбасса не было отмечено метановыделения. Еще в 46,9% случаях оно не превышало 1,0 $\text{м}^3/\text{мин}$. Поэтому применение всасывающего способа проветривания для подготовительных выработок, проводимых при помощи комбайнов, имеющего ограниченное использование, может быть значительно шире.

Комбинированный (нагнетательно-всасывающий) способ проветривания подготовительных выработок.

Комбинированный (нагнетательно-всасывающий) способ проветривания является промежуточным между нагнетательным способом и всасывающим и в известной степени исключает недостатки обоих способов и суммирует их преимущества. Комбинированный способ проветривания позволяет быстрее проветривать выработку при сравнительно небольшом количестве воздуха, при этом выработка на всем протяжении остается чистой, что обеспечивает возможность выполнения других технологических операций одновременно с проветриванием призабойного пространства от взрывных газов. Наряду с преимуществами, комбинированное проветривание имеет и недостатки. Например, нагнетательный вентилятор может устанавливаться в зоне, наиболее подверженной загазированию, что нежелательно по соображениям безопасности. Требуемые для реализации этого способа два вентиляционных трубопровода загромождают сечение выработки [14].

Названный способ широко применяется на шахтах Великобритании. При этом пылеотсасывающая установка, состоящая из всасывающего трубопровода и вентилятора, находится в 20-30 м от забоя и соединяется с гибким трубопроводом, подвешиваемым на тросе. Вентилятор и пылеотсасывающее устройство устанавливались на рельсовом ходу, а трубопровод крепился к комбайну.

Эффективность существующих способов подтверждается также результатами физического моделирования.

Исследователями Мясниковым А.А., Мащенко И.Д., Камышанским И.А. [19] с помощью экспериментов на модели производилась сравнительная оценка нагнетательного, всасывающего и нагнетательно-всасывающего способов проветривания подготовительной выработки, проводимой с помощью комбайна. В качестве критерия сравнения принята неравномерность распределения метана в призабойном участке, выраженная отношением концентрации метана C у забоя (на расстоянии 0,5 калибра) к концентрации метана у рабочего места машиниста комбайна C_0 (2 калибра от забоя). Положение трубопроводов относительно забоя выработки для всех способов принималось одинаковым, и обеспечивалось равенство количеств воздуха, проходящих по нагнетательному и всасывающему трубопроводам. Результаты, полученные для случая, когда расстояние от конца труб до забоя составляет 8-10 м, представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Сравнительная оценка способов проветривания

Способ проветривания	Отношение концентрации газа, C/C_0		Кратность снижения C/C_0 от забоя к комбайну
	у забоя	у комбайна	
Нагнетательный	0,081	0,052	1,56
Нагнетательно-всасывающий	0,07	0,066	1,06
Всасывающий	0,522	0,133	3,92

Из таблицы 1 видно, что концентрация метана в призабойном пространстве выработки при всасывающем способе проветривания у забоя в 6,5 раза и у рабочего места машиниста в 2,6 раза выше, чем при нагнетательном способе проветривания, и соответственно в 7,4 и 2 раза выше, чем при нагнетательно-всасывающем способе. Значительная неравномерность распределения концентрации газа отмечается также при всасывающем способе. Так, кратность ее снижения от забоя к комбайну равна 3,92 против 1,56 для нагнетательного и 1,06 для комбинированного проветривания. Анализ данных показывает, что уровень концентрации газа у рабочего места машиниста комбайна при комбинированном способе в данном случае несколько превышает таковой при нагнетательном проветривании, а у забоя - наоборот. Поэтому для использования в полной мере преимуществ комбинированного способа проветривания необходимо конец всасывающего трубопровода по отношению к забою располагать ближе, чем нагнетательного. Кроме того, количество воздуха, проходящего по всасывающему трубопроводу, должно быть меньше количества воздуха, проходящего по нагнетательному трубопроводу. Это следует из условия проветривания выработки по всей длине.

В работе [20] Паршиным Я.Д. исследовались процессы вымывания вредностей из тупикового забоя в зависимости от продольных размеров призабойного пространства при нагнетательном и всасывающем способах проветривания.

Моделированием было установлено, что механизм удаления вредностей из призабойного пространства не сводится к простому подхвату и выносу (выталкиванию) ее потоком, выходящим из вентиляционного трубопровода у одной из стенок выработки и затем развернувшимся на 180° в пределах своей дальнобойности, а имеет более сложную картину и свои закономерности. Наблюдения показали, что в призабойном пространстве при указанных способах проветривания образуются характерные по своей структуре зоны, количество и продольные размеры которых зависят от продольных размеров призабойного пространства и соотношения размеров трубопровода ϵ и ширины выработки B . Моделирование показало, что при увеличении расстояния от конца трубопровода до забоя до $0,5 B$ при всасывающем способе проветривания в призабойном пространстве появляется зона, характеризующаяся дальнобойностью и возникновением первого круговорота между встречно направленным движением воздуха. При дальнейшем увеличении продольных размеров призабойного пространства образуются новые зоны с крупномасштабными вихрями (круговоротами) и застойной зоной. Зона круговорота составляет $1,5 B$ (ширины выработки). С учетом дальнобойности воздушной струи $0,5 B$ при всасывающем способе граница зоны первого круговорота от конца всасывающего трубопровода равна $2 B$. Среднее число круговых движений отдельных частиц в каждом круговороте до их перехода из одного в другой составляет в среднем 3-7 вращений. Соответственно при удалении конца трубопровода от забоя на расстояние более чем $0,5 B$ (ширины забоя) резко увеличивается время удаления вредностей из призабойной части в связи с появлением воздушных круговоротов. Максимальные продольные размеры в трех круговоротах при всасывающем способе проветривания составляют $1-3 B$ при B/ϵ в пределах 5-10 (отношение ширины выработки к диаметру трубопровода).

Таким образом, имеющийся в мировой практике опыт и результаты исследований по проветриванию подготовительных выработок подтверждают целесообразность применения всасывающего и комбинированного способов проветривания тупиковых выработок угольных шахт Рос-

сии. Однако в «Руководстве по проектированию вентиляции угольных шахт» [1] отсутствуют должные рекомендации по их использованию.

Проблемой разработки и внедрения в производство схем и способов всасывающего и нагнетательно-всасывающего способов проветривания подготовительных выработок НЦ ВостНИИ занимается с середины 90-х годов прошлого столетия, и за этот промежуток времени накоплен достаточный теоретический и экспериментальный материал по данному вопросу.

В 1996 г. на основе теоретических исследований была разработана «Методика расчета параметров всасывающего способа проветривания подготовительных выработок», которая в 1998 г. прошла опытно-промышленную проверку на шахте «Зыряновская» при проведении вентиляционного уклона №161.

В ходе выполнения данной работы было установлено, что всасывающий способ проветривания тупиковых выработок позволяет:

- производить эффективный изолированный отвод пылегазовоздушной смеси из призабойного пространства подготовительной выработки;
- приблизить уровень запыленности в подготовительной выработке к санитарным нормам;
- исключить последовательное проветривание подготовительных забоев;
- обеспечить надежность проветривания подготовительных выработок, в том числе большой протяженности, вследствие снижения утечек воздуха в трубопроводе и применения высоконапорных газоотсасывающих вентиляторов.

Было также установлено, что применение данного способа имеет и ряд особенностей, не присущих нагнетательному способу проветривания и требующих дополнительных исследований. В основном это касается организации газового контроля, эффективного использования средств проветривания и обеспыливания и некоторых других вопросов.

В 1999 г. ВостНИИ совместно с АО УК «Кузнецкуголь» на основе теоретических исследований аэродинамики всасывающего трубопровода и оценки условия распространения концентрации метана в призабойном пространстве, выполненных в рамках работы по оказанию технической помощи АО УК «Кузнецкуголь», были разработаны «Временные рекомендации по применению всасывающего способа проветривания подготовительных выработок».

Острая необходимость разработки «Временных рекомендаций...» возникла в связи с существующими в тот период времени планами АО УК «Кузнецкуголь» по широкому внедрению всасывающего и нагнетательно-всасывающего способов проветривания подготовительных выработок на шахтах объединения. С этой целью в 2000 г. НЦ ВостНИИ и АО УК «Кузнецкуголь» была разработана и согласована с Госгортехнадзором России «Методика и программа опытно-промышленных и стендовых испытаний всасывающего способа проветривания подготовительных выработок».

По ряду обстоятельств реализация данных намерений была приостановлена.

Представленный выше анализ способов проветривания подготовительных выработок показывает, что основу требований при переходе к технологическим схемам всасывающего и нагнетательно-всасывающего способов проветривания составляют эффективный изолированный отвод пыли и газа из зон наиболее интенсивного пылеобразования и газовыделения и турбулизация воздуха в призабойном пространстве. При всасывающем проветривании в условиях негазовых шахт при должном отставании трубопровода от забоя такие требования, как правило, реализуются

за счет отсоса количества воздуха, рассчитанного по минимально допустимой скорости движения при работающих средствах пылеподавления, а также при установке в забое дополнительных эжекторов.

Для газовых шахт необходима дополнительная турбулизация призабойной зоны для предотвращения местных скоплений метана. Поэтому в таких случаях следует переходить на нагнетательно-всасывающее проветривание. При этом основная роль нагнетательного вентилятора состоит в турбулизации воздуха как при работе средств пылеподавления, так и при остановках комбайна.

Однако при значительном газовыделении, когда для проветривания выработки требуется подача воздуха, несопоставимая с техническими средствами пылеотсоса, для наибольшей эффективности проветривания нагнетательная установка, кроме того, должна обеспечивать аэродинамическую изоляцию призабойного пространства. Такое условие реализуется с помощью установки в нагнетательном трубопроводе специального воздуховыпускного клапана на границе призабойного пространства. Выпуск воздуха лучше производить на расстояниях от забоя, соответствующих расположению перегруза горной массы на стационарные или мобильные средства ее транспортировки.

В результате призабойное пространство, где происходит основное пылеобразование, проветривается потоком воздуха, направленным к забою и всасу пылеулавливающей установки, а остальная часть выработки, аналогично нагнетательному способу, потоком воздуха к устью выработки, который формируется за счет количества воздуха на выхлопе пылеулавливающей установки и определенной частью от расхода воздуха через воздуховыпускной клапан. При расположении пылеулавливающих установок за пределами выработок обратный поток к забою формируют только за счет необходимой настройки воздуховыпускного клапана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. – Макеевка-Донбасс, 1989. - 319 с.
- 2 Правила безопасности в угольных шахтах: ПБ 05-618-03. - М., 2003.- 294 с.
- 3 Невский, А.В. Шахтные исследования изменения концентрации метана по длине подготовительных выработок / А.В. Невский // Вопросы аэрологии угольных шахт: сб.науч.тр./ ИГД им. А.А. Скочинского; ВостНИИ; Гипроуглемаш; ЦНИИподземмаш. - М., 1981. - Вып.198. - С. 20-23.
- 4 Разработать предложения к методу расчета проветривания. ТЭТ на средства проветривания и ТЭТ на систему орошения для обеспечения взрывозащиты подготовительных выработок, проводимых с помощью комбайнов: отчет о НИР / ВостНИИ; рук. Мясников А.А., Бугримов В.И. – 1601.04.01. - № ГР 72059770. - Инв. № Б 335683. – Кемерово, 1975. – 175 с.
- 5 Воронин, В.Н. Основы рудничной аэрогазодинамики /В.Н. Воронин. – М.: Углетехиздат, 1951. - 491с.

6 Красноштейн, А.Е. Исследование проветривания камер большого объема в условиях Верхнекамских калийных рудников: автореф. дис. ... канд. техн. наук / А.Е. Красноштейн. - М., 1966. - 21 с.

7 Первов, Ю.М. Влияние местоположения выходного отверстия на интенсивность проветривания камер / Ю.М. Первов // Научные сообщения ИГД им. А.А. Скочинского. - М., 1967. - Вып.33. - С.15-22.

8 Гамберг, Е.Н. О методе косвенного определения коэффициента использования воздуха в плоских камерах / Е.Н. Гамберг, А.Д. Вассерман // Эффективность вентиляционных систем подземных рудников. - Апатиты, 1974. - С.81-87.

9 Матросов, А.Ф. Исследование влияния разных факторов на коэффициент турбулентной диффузии и кратности обмена воздуха при нагнетательном способе проветривания тупиковых выработок / А.Ф. Матросов, А.Н. Корзон, В.А. Исаков // Научные работы институтов охраны труда ВЦСПС. - Свердловск, 1976.- Вып. 98. - С.30-35.

10 Петухов, В.А. Определение коэффициента использования воздуха в забоях подготовительных выработок при различных способах проветривания / В.А. Петухов // Управление газовыделением в угольных шахтах: Сб. науч. тр. ВостНИИ. - Кемерово, 1979. - Т.31. - С.117-122.

11 Мясников, А.А. Проветривание подготовительных выработок при проходке комбайнами / А.А. Мясников, С.П. Казаков. - М.: Недра, 1981. - 269 с.

12 Скочинский, А.А. Рудничная вентиляция / А.А. Скочинский, В.Б. Комаров. - М.: Углетехиздат, 1959. - 632с.

13 Милетич, А.Ф. Рудничная и промышленная аэрология / А.Ф. Милетич, И.М. Яровой, В.Н. Бойков. - М.: Недра, 1972. - 254 с.

14 Матросов, А.Ф. Исследования всасывающего способа проветривания тупиковых выработок / А.Ф. Матросов // Научные работы институтов охраны труда ВЦСПС. - Свердловск, 1974. - Вып. 92. - С.3-7.

15 Клебанов, Ф.С. Воздух в шахте /Ф.С. Клебанов. - М., 1995. - 574 с.

16 Батулин, В.В. Основы промышленной вентиляции / В.В. Батулин. - 3-е изд., доп. - М.: ВЦСПС, 1965. - 608 с.

17 Каменев, П.П. Отопление и вентиляция. Часть II. Вентиляция / П.П. Каменев. - М.: Изд-во литературы по строительству, 1966. - 480 с.

18 Грауманн, К. Проветривание призабойного пространства при проходке выработок комбайнами избирательного действия / К. Грауманн, И. Гастберг // Глюкауф. - 1984. - №15. - С.15-22.

19 Мясников, А.А. Работы ВостНИИ по физическому моделированию аэрогазодинамических процессов в горных выработках / А.А. Мясников, И.Д. Машенко, И.А. Камышанский // Физическое моделирование тепловентиляционных и пылевых процессов. - Апатиты: АН СССР, 1977. - С.27-30.

20 Паршин, Я.Д. О некоторых физических явлениях при вымывании вредностей из тупиковых выработок / Я.Д. Паршин // Физическое моделирование тепловентиляционных и пылевых процессов. - Апатиты: АН СССР, 1977. - С.27.