

УДК 622.831.322

В.Д. АШИХМИН, *ст. науч. сотрудник, МакНИИ, г. Макеевка*
А.В. ЧИКУНОВ, *инженер, ПАО «Шахта им. А.Ф.Засядько», г. Донецк*
А.В. ВОЛОДИН, *зав. лаб.,*
Н.И. МАЙБЕНКО, *ст. науч. сотрудник,*
М.В. КОНДРАШОВ, *мл. науч. сотрудник,*
Р.А. ТИШИН, *мл. науч. сотрудник; МакНИИ, г. Макеевка*

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОВЕТРИВАНИЯ ТУПИКОВЫХ ВЫРАБОТОК УГОЛЬНЫХ ШАХТ И СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ МЕСТНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ

Выполнен анализ состояния проветривания тупиковых выработок угольных шахт и предложены способы повышения эффективности вентиляционных систем местного проветривания с учетом различных факторов.

Ключевые слова: тупиковые выработки, проветривание выработок, вентиляционный трубопровод, вентилятор местного проветривания, утечки воздуха, пылевой и тепловой фактор.

Работа угольных шахт связана с необходимостью проведения большого количества горных выработок. На действующих угольных шахтах проводится ежегодно около 7 тыс. км выработок. Длина отдельных выработок достигает 3000 м, а расход воздуха, подаваемого для проветривания одной выработки на газовых шахтах, может составлять свыше 2000 м³/мин. В ряде случаев, расход воздуха для проветривания тупиковых выработок, превышает потребность воздуха для проветривания очистных забоев. Интенсификация проведения горных выработок, применение машин и механизмов с высокой производительностью, непрерывное увеличение глубины горных работ и связанное с этим возрастание температуры воздуха и пород, газоносности и газовыделения приводит к тому, что проветривание тупиковых выработок становится все более сложным.

Неудовлетворительное состояние проветривания тупиковых выработок часто бывает причиной травмирования и гибели людей в этих выработках и на примыкающих к ним участках шахт. Так, в декабре 1986 г. на шахте «Ясиновская-Глубокая» ПО «Советскуголь» в тупиковой выработке длиной 100... 120 м произошел взрыв метана, погибли люди не толь-

ко в этой выработке, но и в примыкающих к ним участках, всего 36 человек. В 1988 г. на шахте «Комиссаровская» ПО «Луганскуголь» из-за неисправности аппаратуры автоматической газовой защиты и дистанционного контроля воздуха произошел взрыв, в результате которого погибло 6 человек. В июне 1990 г. на шахте им. А.Ф. Засядько ПО «Донецкуголь» в тупиковой выработке протяженностью 700 м в результате взрыва метана погибло 5 человек. При проходке промквершлага гор.975 м на шахте им. А.И.Гаевого ПО «Октябрьуголь» в 2002 г. из-за взрыва метана в тупиковой выработке погибло 7 человек. В том же 2002 г на шахте «Таловская» ГХК «Краснодонуголь» при выемке угля комбайном в тупиковой выработке длиной 700 м при вскрытии геологического нарушения вследствие неудовлетворительного состояния проветривания погибло 3 человека.

Цель работы - анализ состояния проветривания подготовительных выработок угольных шахт и способов повышения эффективности вентиляционных систем местного проветривания.

Неудовлетворительное состояние проветривания тупиковых выработок в значительной мере объясняется низкой производственной дисциплиной, нарушением Правил технической эксплуатации и Правил безопасности [1]. В первую очередь к таким нарушениям можно отнести отставание вентиляционных труб от забоя более, чем на 8 м - 48 % всех случаев аварийного состояния; остановки вентиляторов местного проветривания (ВМП) - 20 % и недостаточный дебит воздуха в забое - 22 %; повреждение вентиляционных труб - 10 %. Кроме того, потребность шахт в ВМП большой производительности и давления удовлетворяется лишь на 50 %. Неудовлетворительно внедряется аккумулялирование гибких вентиляционных труб у забоев тупиковых выработок, а отсутствие отечественных пылеулавливающих установок и необходимость в материальных затратах на приобретение дополнительного пускового оборудования, средств управления и контроля сдерживают применение комбинированного способа проветривания при комбайновой проходке.

Из-за плохого проветривания в значительной мере сохраняются неудовлетворительные климатические условия в тупиковых выработках. Так, более чем в 600 забоях шахт Донбасса температура воздуха превышает предельно допустимое значение, равное 26 °С. По отчетным данным не были обеспечены расчетным расходом воздуха более 1500 забоев тупиковых выработок.

При длине 1000 м вентиляционный трубопровод имеет 50 и более стыковых соединений, которые оказывают существенное влияние как на аэродинамическое сопротивление и воздухопроницаемость, так и на режим нарастания давления и расхода воздуха в период пуска ВМП. Отдельные звенья гибких трубопроводов соединяются с помощью проволочных бан-

дажей, а коэффициент отношения площадей живого сечения трубопровода к площади в плоскости стыкового соединения достигает значения 1,4 и более. Как правило, фактический диаметр гибких вентиляционных труб непостоянен и не соответствует требованиям нормативных актов [2,3].

Длина звеньев вентиляционных гибких труб нередко меньше номинальной на 0,5...1,0 м, что затрудняет замену поврежденных трубопроводов. Диаметр металлических желобчатых хомутов для соединения звеньев гибких труб, по сравнению с номинальным, часто увеличен на 7... 10 мм, вследствие чего их переделывают, или выбрасывают в металлолом, а соединение производят с помощью проволочного бандажа. Звенья гибких вентиляционных труб подвешивают к стальному канату с помощью крючьев, не приспособленных для фиксирования на канате. В результате при пуске ВМП происходит сбрасывание вентиляционных труб на почву.

Вследствие непрямолинейного подвешивания трубопроводов и их некачественного натяжения возрастает аэродинамическое сопротивление, а при пуске ВМП повреждаются трубы. Встречаются случаи существенного превышения длины трубопровода по сравнению с длиной тупиковой выработки, что объясняется недостаточным дебитом воздуха в ближайшей воздухоподающей выработке, где можно было бы установить ВМП. Нередко для выполнения условия Правил безопасности [1], согласно которому подача ВМП не должна превышать 70 % расхода воздуха в месте его установки, переносят ВМП против хода воздушной струи в место, где это условие может быть выполнено.

Существенное увеличение длины трубопровода серьезно усложняет проветривание выработок.

На сегодняшний день угольная промышленность не имеет аппаратов, способных предупредить о возникновении процесса рециркуляции воздуха в зоне установки ВМП, хотя принципиальная возможность разработки таких аппаратов имеется.

Для проветривания подготовительных выработок в большинстве случаев используют малоэффективные, с низким КПД вентиляторы типа СВМ-6М, а вентиляторов ВМ-8, ВМЦ-6, ВМЦ-8, ВЦ-9, ВЦ-11 явно недостаточно. В то же время не всегда оправдано применение последних для проветривания тупиковых выработок. Подача этих вентиляторов весьма велика, а дебит воздуха в выработке со сквозным проветриванием далеко не всегда достаточен, чтобы обеспечить указанное в п. 3, Гл.4, Раздела VI Правил безопасности требование [1].

Необходимо так же отметить, что необоснованное применение мощных вентиляторов приводит к неоправданно большому расходу электроэнергии.

Часто с целью обеспечения требуемого расхода воздуха в забое при отсутствии высоконапорных ВМП на один трубопровод устанавливают 2-3 вентилятора последовательно, что снижает надежность работы системы местного проветривания и ведет к дополнительному нагреву воздуха после ВМП за счет суммирования долей теплопритоков от каждого последовательно установленного ВМП. С целью экономии аппаратуры управления запуск последовательно (или параллельно) расположенных вентиляторных установок производится через один пускатель, что приводит к образованию большой ударной волны в период пуска и является причиной повреждения трубопроводов. В ряде случаев из-за плохого состояния труб коэффициент утечек воздуха в трубопроводах достигает 5...10 единиц и более, что значительно превышает нормативные значения [3]. Так, например, утечки воздуха в трубопроводах с гибкими трубами диаметром 0,6 м, отнесенные на 100 м длины, находятся в пределах 0,1 до 0,5 м³/с и выше. Аэродинамическое сопротивление зависит от состояния трубопровода и давления воздуха в нем. С ростом давления оно уменьшается, что объясняется как некоторым увеличением сечения трубопровода, так и разглаживанием складок. Это говорит о некачественном натяжении подвешиваемых вентиляционных трубопроводов.

На основании проведенных исследований состояния проветривания тупиковых выработок установлено, что аэродинамическое сопротивление трубопроводов в 1,5-2 раза, а воздухопроницаемость в 2-3 раза больше нормативных значений [4,5]. Последнее можно объяснить тем, что замочные кольца для соединения звеньев труб оборачиваются материалом внутрь, при этом отстающая по периметру трубы ткань создает дополнительное сопротивление движению воздуха. Кроме того, размеры замочных колец и желобчатых хомутов не соответствуют одни другому; из более 30000 осмотренных соединений труб с хомутами оказалось лишь не более 10 %, а соединение без хомута перестает быть самоуплотняющимся, его аэродинамическое сопротивление и воздухопроницаемость в 3...5 раз выше номинальных. Замочные кольца зачастую вшиты не перпендикулярно к продольной оси трубы, что приводит к образованию складок в местах соединения звеньев труб. Последние плохо проложены, профиль трассы трубопровода лишь в отдельных случаях соответствует оси выработки. Трубы плохо подвешены, недостаточно натяжение стального каната, к которому они крепятся.

Допускается применение труб разного диаметра в одном трубопроводе, что также увеличивает сопротивление. Применяемая в настоящее время технология изготовления труб примитивна (трубы сшивают из нескольких полотнищ; образуемые иглой отверстия не герметизируют, а воздухопроницаемость труб с такими отверстиями высока). Качество нанесе-

ния покрытий на основу труб низкое, встречаются поверхности без покрытия. Диаметр труб непостоянен по длине по той причине, что трубы шьют вручную.

При проветривании протяженных подготовительных выработок большое значение имеет не только обеспечение расчетным количеством воздуха забоя тупиковой выработки (технический аспект), но и санитарно-гигиеническое состояние рабочих мест, поскольку при работе механизированного проходческого оборудования происходит интенсивное образование пыли, что представляет собой серьезную проблему с точки зрения вентиляции, пылевзрывобезопасности и охраны труда.

Проветривание подготовительных выработок может быть организовано:

- как самостоятельное обособленное проветривание с применением побудителей тяги (вентиляторов, эжекторов);
- за счет использования депрессии, создаваемой в сети вентилятором главного проветривания, и естественной тяги;
- за счет диффузионных процессов и конвективных потоков. Последний вариант в соответствии [1] разрешен лишь в негазовых шахтах в выработках протяженностью не более 10 м. В газовых шахтах этот способ запрещен, поскольку в нишах, куполах и пустотах практически при любой длине тупиковой выработки могут возникнуть скопления метана взрывоопасной концентрации.

Одной из важнейших проблем при улучшении условий труда в тупиковых выработках глубоких горизонтов угольных шахт является температура массива горных пород, окружающих горную выработку.

Климатические условия в горных выработках определяются в основном температурой, влажностью и скоростью движения шахтного воздуха и имеют большое значение для нормальной работы горнорабочих. Неблагоприятные тепловые условия в горных выработках наблюдаются уже на глубинах 600-700 м [5]. В настоящее время проблема борьбы с высокими температурами приобретает все большее значение в связи с увеличением глубины разработки и применением более производительной техники. Наиболее тяжелые климатические условия наблюдаются в тупиковых выработках. [6,7].

Основными направлениями технического развития угольной промышленности предусматривается широкое использование проходческих комбайнов. Это наиболее прогрессивный способ проведения подготовительных выработок, однако, его применение приводит к резкому ухудшению тепловых характеристик шахтной атмосферы по сравнению с тепловыми характеристиками при буровзрывном способе. Это связано с более интенсивным теплообменом между воздухом и свежообнаженными

поверхностями горного массива, обусловленным более высокой скоростью подвигания забоя, повышением притока тепла от большего объема разрушенной горной массы, значительными выделениями тепла электрооборудованием и исполнительными органами проходческих комбайнов вследствие большой потребляемой мощности (до 700 кВт). В результате воздействия этих факторов температура воздуха в забоях при проведении выработок проходческими комбайнами на 6-7⁰С превышает температуру воздуха в аналогичных выработках, проводимых буровзрывным способом, и на глубинах 1000-1200 м достигает 33-38 °С [8].

Температура воздуха в забоях подготовительных выработок определяется следующими факторами: частичным нагревом воздуха в ВМП; теплоотдачей пород, окружающих горные выработки; тепловыделениями от потерь в электрических кабелях; теплоотдачей электрооборудования и исполнительных органов проходческих комбайнов; теплоотдачей от добытого полезного ископаемого и отбитой породы при их транспортировке; тепловыделениями от воды в водоотливных канавках; тепловыделениями от работников, выполняющих технологические операции; тепловыделениями при окислении угля, угольной пыли и крепи. В связи с незначительной долей в общем тепловом балансе тепловыделений от людей и окислительных процессов от угля и угольной пыли при температуре 20-40 °С этими тепловыделениями можно пренебречь. Значительное тепловыделение происходит при активном окислении угля в массиве (например, в стенке проводимой выработки), которое приводит к эндогенным пожарам, но это уже касается аварийных ситуаций.

До последнего времени удельный вес теплопритоков от окружающих выработку горных пород, от электрооборудования проходческих комбайнов и от отбитой и транспортируемой горной массы составлял около 80 % в тепловом балансе тупиковых выработок [8]. В настоящее время в связи с увеличением глубины разработки и повышением энергонасыщенности проходческого оборудования повышается удельный вес тепловыделений от пород, окружающих горные выработки, и от машин и механизмов.

В тупиковых выработках, проветриваемых ВМП путем нагнетания воздуха в забой по трубопроводам, в начале вентиляционного трубопровода температура вентиляционного потока увеличивается за счет сжатия в ВМП. В дальнейшем насыщение тепла происходит при движении воздуха по трубопроводу в результате его теплообмена с вентиляционным воздухом, возвращающимся по выработке из призабойного пространства.

При движении вентиляционной струи от призабойного пространства до выхода из тупиковой выработки шахтный воздух участвует в процессах тепло и массообмена с окружающими породами, водой из водоотводной канавки, а также с воздухом, подаваемым по трубопроводу. Кроме того,

при нагнетательном способе проветривания тупиковых выработок происходит смешивание исходящего из выработки воздуха и свежего воздуха, поступающего из трубопровода с утечками.

Анализ способов повышения эффективности вентиляционных систем местного проветривания

Одним из широко используемых в настоящее время способов повышения эффективности вентиляционных систем местного проветривания на угольных шахтах, является применение гибких вентиляционных труб из синтетических материалов [3].

При проведении подготовительных выработок на больших глубинах по газоносным угольным пластам создается особенно напряженная обстановка, так как высокое метановыделение ограничивает темпы их проведения. В связи с этим разработаны различные схемы компоновки ВМП и трубопроводов, которые используются при расчете количества воздуха для проветривания выработок и составлении проектов на установку ВМП. Иногда требуется установка двух или даже трех трубопроводов для проветривания одной выработки. Выполненные ВостНИИ и МакНИИ прогнозные исследования полей вентиляционных режимов подготовительных выработок показали необходимость дальнейшего увеличения расхода воздуха для проветривания тупиковых выработок.

Для повышения безопасности работ и улучшения климатических условий в тупиковом забое применяют высокопроизводительные вентиляторы, вентиляционные трубы большого диаметра и улучшенные соединения труб.

В настоящее время в высокопроизводительных установках местного проветривания используют вентиляционные трубы диаметром 1000-1600 мм. Максимальное рабочее давление на входе в вентиляционный трубопровод (за вентилятором) достигает 800 даПа [9]. В Германии были созданы рукавные вентиляционные трубы без сварных швов. При изготовлении этой рукавной ткани образуются расположенные друг против друга тканевые кромки, которые используются для подвески труб. Синтетическое покрытие может наноситься на ткань только с наружной стороны. Так как бесшовные трубы можно изготавливать любой длины, они хорошо пригодны для аккумулялирования в кассетах. Небольшая масса труб и одно-стороннее их покрытие позволяют аккумулялировать в кассетах размером 1,0-1,5 м трубы длиной до 100 м.

Трубы, обладающие особо высокой прочностью, могут изготавливаться из ткани, содержащей только волокна из ароматического полиамида (например, кевлара). Трубы соединяются между собой с помощью концев-

вых колец и хомутов различных конструкций. Были также проведены стендовые испытания гибких труб диаметром 2000 мм с пластмассовыми соединительными хомутами и дополнительной шнуровкой для восприятия продольных усилий, которые показали, что при внутреннем давлении в трубопроводе 800 даПа соединения были достаточно прочными в условиях многократно повторяющихся нагрузок. Дальнейшим развитием этой конструкции явилось соединение с монтажными кольцами, расположенными по концам труб. Для облегчения монтажа трубопровода на расстоянии около 500 мм от концевой кольца свободно закрепляли в приваренных к трубе накладках второе кольцо. При монтаже очередного звена трубопровода монтажные кольца должны воспринимать осевое усилие, возникающее в присоединенном звене вследствие его сопротивления воздушному потоку. Монтажные кольца соединяют шнуром, благодаря чему концы труб разгружаются от продольной нагрузки во время установки соединительного хомута. Монтажные шнуры после присоединения двух очередных звеньев трубопровода должны сниматься.

Для изготовления гибких вентиляционных труб используются следующие материалы (искусственные кожи): павинол трубный по ГОСТ 17-158-72 на чеферной хлопчатобумажной основе; винилискожа-Т трубная по ТУ-12-27-230-88 на комбинированной основе (36-37% лавсана, 63-64% хлопка); винилискожа-Т трубная облегченная по ТУ-12-27-230-88 на лавсановой основе. Полимерные покрытия во всех случаях одинаковые - пластифицированный поливинилхлорид, наносимый с двух сторон. Указанные три вида ткани занимают свыше 95% общего количества выпускаемых трубных тканей. В небольшом количестве выпускается чефер прорезиненный.

Винилискожа-Т трубная облегченная на синтетической основе характеризуется наиболее высоким уровнем качества среди выпускаемого в настоящее время ассортимента материалов для шахтных труб, наиболее конкурентоспособна и в наибольшей степени отвечает требованиям негорючести и обладает антистатическими свойствами. Поверхностная плотность этих тканей составляет 800-900 г/м²; прочность на разрыв по основе от 470 до 540, а по шву от 380 до 480 Н. Вентиляционные трубы из этих тканей отличаются высоким качеством и позволяют существенно повысить безопасность их эксплуатации в шахтных условиях.

Основным фактором, характеризующим аэродинамические свойства трубных тканей, является их воздухопроницаемость - объем воздуха, прошедшего через единицу площади образца (10 см²) за единицу времени при разности давлений воздуха с обеих сторон образца, равной 98,1 даПа.

В результате проведенных исследований воздухопроницаемости различных трубных тканей установлено [3,10], что существующие трубные

ткани в основном удовлетворяют установленным требованиям по воздухопроницаемости. Утечки воздуха через ткань из прорезиненного чефера в 30-40 раз выше по сравнению с другими тканями, что вызвано несовершенной заводской технологией нанесения резинового покрытия. Проводились также исследования на остаточную деформацию различных тканей при приложении и снятии давления до 3000 даПа. Установлено, что при давлении до 150 даПа (среднее давление при проветривании подготовительных горных выработок) проницаемость тканей практически не изменяется после снятия давления, т. е. покрытие тканей работает в зоне упругих деформаций, а при давлении 2000-3000 даПа проницаемость тканей увеличивается примерно в 2-3 раза, сохраняя, при этом первоначальную прочность тканей.

Как показали исследования [10], утечки воздуха через ткань трубопровода при проветривании подготовительных выработок составляют при реальных рабочих давлениях не выше 1% общего баланса утечек воздуха в трубопроводе и практически не оказывают влияния на проветривание подготовительных выработок.

В последние годы освоен выпуск вентиляторов местного проветривания типа ВМЕ2-8, ВМЕ2-10, ВМЦ-6, ВЦ-7, ВМЦГ-7, ВМЦ-8, ВЦПД-8, ВЦ-9, ВЦГ-10, ВЦ-11, ВЦ-11М, ВЦ-13 ВЦШ-16, ВЦП-16 с улучшенными характеристиками; внедряются вентиляционные трубопроводы диаметром 800 и 1000 мм.

Другое направление по совершенствованию проветривания заключается в повышении аэродинамических характеристик трубопроводов, которые являются важной составной частью вентиляционных установок местного проветривания. Утечки воздуха через трубопроводы оказывают решающее влияние на характеристику аэрогазодинамических качеств вентиляторной установки. Значительное снижение непроизводительных потерь воздуха вентиляторными установками нагнетательного проветривания достигается при применении более совершенных способов соединения звеньев гибкого трубопровода.

Для снижения аэродинамического сопротивления трубопровода и утечек воздуха в нем, в настоящее время находит широкое применение комбинированного вентиляционного трубопровода состоящего из шахтных гибких вентиляционных труб (ГОСТ 38 0597-76) и введенного внутрь полиэтиленового рукава.

Основными аэродинамическими характеристиками вентиляционных трубопроводов, оказывающими существенное влияние на эффективность их применения, являются воздухопроницаемость и аэродинамическое сопротивление.

Для решения вопроса о способах улучшения аэродинамических характеристик гибких вентиляционных трубопроводов необходимо предварительно решить, на какие из них необходимо воздействовать для коренного улучшения состояния проветривания и теплового режима тупиковых выработок.

На пути от ВМП к забою тупиковой выработки в зависимости от воздухопроницаемости вентиляционного трубопровода теряется большая или меньшая часть воздуха. В ряде случаев утечки значительно превышают нормативные [5,7,8] и до забоя при длине выработки порядка 1000 м доходит только 1/8... 1/6 часть подаваемого в вентиляционный трубопровод воздуха.

Надежное проветривание подготовительных выработок с помощью гибких вентиляционных трубопроводов может быть обеспечено только в том случае, если будут учтены все факторы, влияющие на утечки воздуха в трубопроводе, для чего необходимо уточнять нормативный коэффициент утечек воздуха и затем с помощью него вводить соответствующие поправки и разрабатывать методы расчета, позволяющие учесть факторы определяющие эффективность вентиляционной системы местного проветривания.

При проведении выработки на глубоких горизонтах, в связи с высокой температурой окружающих пород, воздух, движущийся по выработкам и по трубопроводам, быстро нагревается [11].

Для нормализации тепловых условий труда рабочих в тупиковых выработках должны проводиться следующие мероприятия: увеличение в забое скорости воздуха с помощью серийно выпускаемых аэраторов, увеличение расхода воздуха в забое с помощью ВМП; снижение теплообмена между поступающим по трубопроводу воздухом и окружающей средой; теплоизоляция окружающих выработку горных пород, принудительный отвод тепла от электрооборудования проходческих комбайнов, искусственное охлаждение воздуха; индивидуальное охлаждение горнорабочих.

С увеличением подачи воздуха в выработки тепловыделения различных источников распределяются на большую массу воздуха, что способствует уменьшению его нагревания.

На сегодняшний день исчерпаны далеко не все резервы возможной нормализации тепловых условий в забоях тупиковых выработок [11]. Так, применение высокопроизводительных центробежных вентиляторов в сочетании с плотными трубопроводами, состоящими из труб большого диаметра, позволяет в ряде случаев нормализовать тепловые условия в забоях тупиковых выработок.

При интенсивном теплообмене между воздухом, поступающим в выработку, и окружающей средой температура воздуха на выходе из трубопровода может находиться в пределах допустимой, тогда увеличение рас-

хода воздуха не даст эффекта и необходимо принимать меры по снижению нагрева воздуха в трубопроводе. Основными мерами снижения нагрева воздуха на путях его движения по трубопроводу и подготовительной выработке являются теплоизоляция воздухоподающего трубопровода, тепло- и гидроизоляция стенок выработки, применение центробежных вентиляторов, исключающих нагрев поступающего в тупиковую выработку воздуха электродвигателями вентиляторов, а также снижение тепловыделений от местных источников тепла.

Для теплоизоляции в условиях горных выработок могут использоваться материалы, которые обладают низкой теплопроводностью, влагонепроницаемостью, высокой огнестойкостью, хорошей адгезией к горным породам, долговечностью, не выделяют токсичных веществ, легко применимы в горных выработках. Материалы зернистой и волокнистой структуры (котельные шлаки, опилки, минеральная вата и др.) не могут быть надежными теплоизоляторами в шахтных условиях, так как, насыщаясь влагой, быстро теряют теплоизоляционные свойства.

Более эффективной мерой снижения нагрева воздуха, подаваемого в забой тупиковой выработки, является теплоизоляция воздухоподающего трубопровода. По данным, приведенным в работе [11], при применении теплоизоляции трубопровода приращение температуры движущегося по нему воздуха уменьшилось на 3°C , при теплоизоляции выработки - на 2, а при теплоизоляции и трубопровода, и выработки - на 4°C . Наибольший эффект достигается при комплексном применении нескольких возможных способов нормализации тепловых условий.

При достижении глубины разработки 900 м и более, как правило, не удается нормализовать тепловые условия увеличением расхода воздуха и применением теплоизоляции. При таких условиях необходимо применять искусственное охлаждение воздуха. Для этой цели используются как стационарные, так и передвижные холодильные машины. Для охлаждения воздуха, подаваемого в забои тупиковых выработок в основном применяются передвижные шахтные кондиционеры (КПШ). В нашей стране и за рубежом уже накоплен большой опыт эксплуатации КПШ [6,7].

При проведении длинных тупиковых выработок возникает необходимость частого передвижения КПШ по мере подвигания забоя, что часто связано с большими техническими трудностями. Существенно повысить эффективность использования КПШ позволит надежная теплоизоляция воздухоподающего трубопровода.

В настоящее время в отечественной угольной промышленности теплоизолированные вентиляционные трубопроводы не применяются. Однако работы по созданию таких трубопроводов ведутся уже на протяжении многих лет.

ВЫВОДЫ

На основании анализа состояния вентиляции тупиковых выработок угольных шахт, обзора существующих аналитических методов определения параметров вентиляционных систем местного проветривания, а также анализа способов повышения эффективности вентиляционных систем местного проветривания, можно сделать следующие выводы. Аэродинамическое сопротивление трубопроводов в 1,5...2 раза, а воздухопроницаемость в 2...3 раза больше нормативных значений [3,4] что объясняется несовершенством конструкции соединений трубопроводов и организационными причинами, связанными с человеческим фактором (несоответствие размеров элементов стыковки трубопроводов, неудовлетворительное качество изготовления трубопроводов, некачественный монтаж трубопровода и др.). Широко применяемые в настоящее время методы расчета параметров вентиляционных систем местного проветривания не учитывают влияния потери кинетической энергии воздуха в трубопроводах вместе с утечками, в зависимостях не учитывается влияние возможных местных сопротивлений (повороты трубопровода, наличие воздухоохладителей, кондиционеров и т. д.) на распределение избыточного давления по длине трубопровода, которое в свою очередь, определяет утечки воздуха; способы расчета депрессии строго не обоснованы. Это существенно сказывается на точности аэродинамических и тепловых расчетов тупиковых выработок, что, в конечном итоге приводит к неудовлетворительному состоянию проветривания в процессе эксплуатации вентиляционных систем местного проветривания.

В настоящее время накоплен большой опыт по методам расчета параметров вентиляционных систем местного проветривания, однако их применение связано с недостаточным учетом факторов, оказывающих существенное влияние на состояние рудничной атмосферы в призабойной зоне тупиковой выработки при работе вентиляционной системы местного проветривания, что обуславливает необходимость их совершенствования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила безпеки у вугільних шахтах: НПАОП 10.0–1.01.10. – Офіц. вид. К.: Держгірпромнагляд України, 2010. – 211 с. – (Нормативно-правовий акт з охорони праці).
2. Трубы вентиляционные гибкие шахтные и фасонные части к ним: ГОСТ 38.0597-76.-[Действует с 1976-01-01]. - М.: Госстандарт, 1976. – 19 с.

3. Труби вентиляційні гнучкі шахтні й фасонні частини до них. Загальні вимоги: СОУ 10.1 – 00174088.002:2005. – Офіц. вид. К.:Мінвуглепром України, 2005. – 33 с. – (Нормативний документ Мінвуглепрому України).
4. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт: НПАОП 10.0-7.08–93. – Офіц. вид. – К.: Минуглепром Украины, 1994. – 311 с. – (Нормативный документ Минуглепрома Украины).
5. Руководство по проектированию и организации проветривания подготовительных выработок действующих шахт – М.: МУП СССР, 1984. – 25 с.
6. Волощук С. Н. Кондиционирование воздуха в глубоком руднике / Волощук С.Н., Андреев Г.Г., Мельниченко В. М. – М.: Недра, 1975. - 152 с.
7. Воропаев А. Ф. Тепловое кондиционирование рудничного воздуха в глубоких шахтах / Воропаев А. Ф. – М.: Недра, 1979. – 192 с.
8. Милетич А. Ф. Рудничная и промышленная аэрология / Милетич А. Ф., Яровой И. М., Бойко В. А. – М.: Недра, 1972. – 248 с.
9. Бойченко В. Н. Приоритетные научно-технические направления по повышению уровня промышленной безопасности газообильных шахт / В. Н. Бойченко, А. А. Мартынов // Материалы междунар. науч.-практ. конф. «Школа подземной разработки», 05-12 окт. 2008 г. – Днепропетровск-Ялта., 2008. – С.56.
10. Кожанов Ф. А. Применение гибких вентиляционных труб из синтетических материалов для проветривания подготовительных выработок / Ф. А. Кожанов. – М.: ЦНИЭИуголь. – 1986. – Вып. 3.– 44 с.
11. Пак В. В. Определение параметров установки для проветривания длинных подготовительных выработок/ В. В. Пак // Уголь Украины. – 1994. – № 9. – С.16-18.

Получено: 03.03.15

Виконано аналіз стану провітрювання глухих виробок вугільних шахт та запропоновано способи підвищення ефективності вентиляційних систем місцевого провітрювання з урахуванням різних факторів.

Ключові слова: глухі виробки, провітрювання виробок, вентиляційний трубопровід, вентилятор місцевого провітрювання, витоки повітря, пиловий та тепловий фактор.

The analysis of blind workings ventilation of coal mines has been carried out and the ways of efficiency improvement of ventilation systems for local ventilation with consideration of different factors have suggested.

Keywords: blind workings, working ventilation, ventilation pipeline, local ventilation fan, dust and thermal factor.