

**СПОСОБЫ УМЕНЬШЕНИЯ ТЕПЛОТДАЧИ
ГОРНОГО МАССИВА И ПОТЕРЬ ХОЛОДА
ПРИ НОРМАЛИЗАЦИИ ТЕПЛОВЫХ
УСЛОВИЙ В ГЛУБОКИХ ШАХТАХ**

Для глубоких шахт в Украинской части Донбасса сложнейшей проблемой является обеспечение нормальных климатических условий в горных выработках. На достигнутых многими шахтами глубинах 1000-1300 м температура рудничной атмосферы в очистных и подготовительных тупиковых забоях превышает допустимые ПБ нормы.

Тяжелые температурные условия в выработках отрицательно сказываются на заболеваемости и здоровье горнорабочих, обеспечении безопасности работ, производительности труда и технико-экономических показателях работы шахт в целом [1].

На основании выполненных аналитических и экспериментальных исследований, полученных научных и практических результатов установлено, что проблема борьбы с высокими температурами воздуха в шахтах глубиной 1000 м и более может быть позитивно разрешена только при реализации комплексного подхода в регулировании микроклимата в очистных и подготовительных выработках глубоких горизонтов.

Комплексный метод регулирования теплового режима шахт заключается в реализации рациональных по тепловому фактору горнопланировочных решений по вскрытию и подготовке глубоких горизонтов, рациональных по тепловому фактору технологических схем и параметров отработки выемочных полей с обеспечением интенсивного проветривания очистных забоев и применении эффективных средств искусственного охлаждения воздуха.

Холодопотребность только одного выемочного участка на шахтах глубиной 1100-1300 м составляет 700-1000 кВт.

На основании аналитических исследований и многолетнего опыта эксплуатации шахтных стационарных холодильных установок установлено, что наиболее целесообразным направлением в

кондиционировании воздуха в действующих глубоких шахтах Украинского Донбасса является применение подземных холодильных установок с водоохлаждающими холодильными машинами мощностью 1-2 МВт [2].

Принципиальная технологическая схема установки кондиционирования воздуха для глубокой шахты с подземным расположением холодильных машин и комплектующего воздухо- и водоохлаждающего характеризуется следующим.

Холодильная станция, оборудованная подземной холодильной машиной с винтовым компрессором, размещается в одной из сбоек между главными откаточными штреками, капитальными уклонами или в других выработках, удовлетворяющих требованиям по размещению холодильного оборудования.

Охлаждение воздуха, подаваемого в лаву, при расчетных значениях холодопотребности осуществляется в участковой воздухоподающей выработке с использованием 2-5 воздухоохладителей. При этом один воздухоохладитель размещается непосредственно перед лавой и перемещается по мере подвигания очистного забоя с поддержанием предельного отставания 100-150 м. Теплота конденсации холодильного агента передается исходящей вентиляционной струе с помощью водоохладителя, размещаемого в вентиляционной выработке.

Данный вариант подземных установок кондиционирования шахтного воздуха, оборудованных холодильными машинами с винтовыми компрессорами, в настоящее время наиболее перспективен для применения в действующих глубоких шахтах Украинской части Донбасса.

Проекты установок кондиционирования рудничного воздуха на основе холодильных машин с винтовым компрессором выполнены институтом "Донгипрошахт" для шахты "Глубокая" шахтоуправления "Донбасс" и шахты им.А.А.Скочинского ГП "Донецкуголь". На шахте "Глубокая" такая установка кондиционирования воздуха эксплуатируется более 14 лет.

На шахте им. А. А. Скочинского ГП «Донецкуголь» в 2004 году произведены промышленные испытания подземной холодильной установки на базе холодильной машины МХРВ-1-У5 холодопроизводительностью 1 МВт. Условия применения установки на шахте

следующие. Глубина разработки пласта 1300 м, температура горного массива 50 °С.

Принципиальная технологическая схема холодильной установки на шахте им. А.А. Скочинского характеризуется следующим.

Холодильная станция, оборудованная холодильной машиной МХРВ-1-У5 с винтовым компрессором, размещена на глубине 1200 м в камере 1-го воздухоподающего штрека уклонного поля центральной панели, удовлетворяющей требованиям по размещению холодильного оборудования на газовых шахтах, опасных по внезапным выбросам угля и газа и взрывчатости угольной пыли.

Охлаждение воздуха, подаваемого в 2-ю западную лаву уклонного поля центральной панели, осуществляется в участковой воздухоподающей выработке с использованием 4 воздухоохладителей типа ОВ-190Ш.

Теплота конденсации холодильного агента передается исходящей вентиляционной струе с помощью водоохладителей ОКВШ325, установленных в специальной камере вентиляционной выработки с расходом воздуха 4500 м³/мин.

При испытаниях установки в шахтных условиях и в последующий период при обследованиях ее работы горнотехническими инспекторами в течение более полугода были установлены следующие характеристики ее работы и параметры по охлаждению рудничного воздуха в выработках выемочного участка.

В рабочем режиме работы холодильной машины температура холодоносителя на выходе из испарителя составляла 6,0-6,5 °С, на входе в воздухоохладители, установленные в воздухоподающем штреке выемочного участка, - 8,5-10,5 °С. При расчетном расходе воздуха в участковой воздухоподающей выработке температура воздуха при работе 4 установленных воздухоохладителей снижалась на 9,0-11,0 °С.

При реализации изложенной выше технологии кондиционирования рудничного воздуха имеют место непроизводительные для лавы и выемочного участка потери выработанного холода по длине выработки, в которой установлены воздухоохладители. Это связано с тем, что температурный перепад между охлажденным воздухом за установленными в воздухоподающей выработке воздухоохладителями и горным массивом составляет более 30 °С.

В связи с указанным, в условиях высокотемпературного горного массива неотъемлемой частью в реализации комплексного регу-

лирования шахтного микроклимата с применением искусственного охлаждения воздуха на выемочных участках должно являться внедрение эффективных способов и средств уменьшения теплоотдачи горного массива и потерь выработанного холода в выработках, в которых установлены воздухоохлаждающие установки для нормализации тепловых условий в очистных забоях.

Перспективным направлением является внедрение технологий теплоизоляции горного массива в выработках, уплотнения и изоляции выработанного пространства лав.

Теплоизоляция необходима для существенного уменьшения теплопритока в рудничную атмосферу из высокотемпературного горного массива ($t_{г.м} = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ и более) с одной стороны, а с другой – снижения потерь выработанного холода и более эффективного его использования в регулировании температуры шахтного воздуха (рис. 1).

На данном рисунке: $t_{г.м}$ – температура горного массива; $t_{в}$ – температура воздуха в выработке до охлаждения; $t_{охл.в}$ – температура

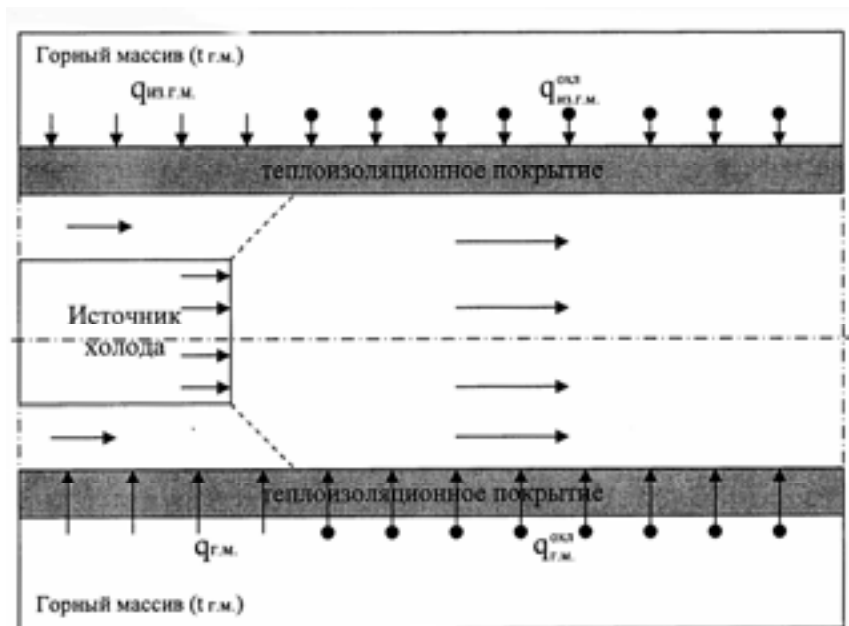


Рис. 1. Схема тепловых потоков в выработке с теплоизоляционным покрытием стенок и наличием в ней источника холода

охлажденного воздуха; $t_{в.}^{охл}$ – температура воздуха в выработке после охлаждения; $q_{г.м}$ – удельный тепловой поток из горного массива в вентиляционную струю воздуха в выработке при отсутствии теплоизоляционного покрытия; $q_{из.г.м}$ – удельный тепловой поток из горного массива при наличии теплоизоляционного покрытия; $Q_{г.м}^{охл}$ – удельный тепловой поток из горного массива при отсутствии теплоизоляционного покрытия и при применении искусственного охлаждения воздуха; $Q_{из.г.м}^{охл}$ – удельный тепловой поток из горного массива при наличии теплоизоляционного покрытия и при применении искусственного охлаждения воздуха.

На основании анализа известных способов теплоизоляции горного массива в выработках, применения тех или иных теплоизоляционных материалов и устройств и выполненных исследований разработаны принципиально новые технические решения по теплоизоляции стенок горных выработок.

Одним из разработанных способов теплоизоляции стенок горных выработок является упорядоченное размещение эластичных емкостей, заполненных газообразной средой, между элементами арочного крепления без загромождения поперечного сечения выработок [3, 4].

На рис. 2 изображена горная выработка с устройством, на рис. 3 - вид по А – А на рис. 2. Устройство для теплоизоляции и герметизации выработок состоит из эластичных емкостей 1, заполненных воздухом. Емкости установлены между массивом (затяжкой) 2 и выработкою 3 и выполнены в виде секционных баллонов 4. Их длина и ширина соответствуют расстоянию между рамами крепления 5 и периметру рамы, а толщина – высоте спецпрофиля 6 рамы. Емкости 1 закрепляются на рамах крепления 5 с помощью гибких связей 7, 8 – угольный пласт (выработанное пространство).

Разработанное техническое решение в сравнении с известными имеет следующие преимущества:

- широкая область применения в выработках с различными горно-геологическими условиями, отсутствие противопоказаний по применению;
- высокий уровень безопасности, надежность и продолжительный срок использования, высокие теплоизоляционные и герметизирующие характеристики, возможность многократного использования;

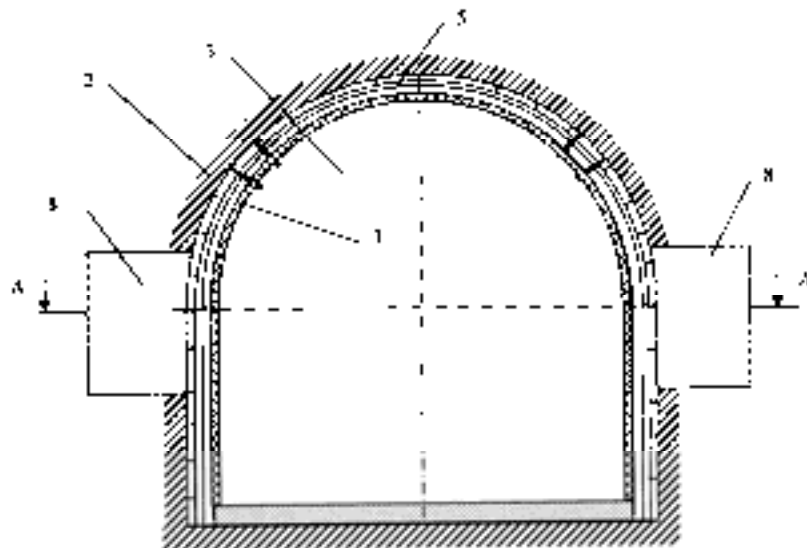


Рис. 2

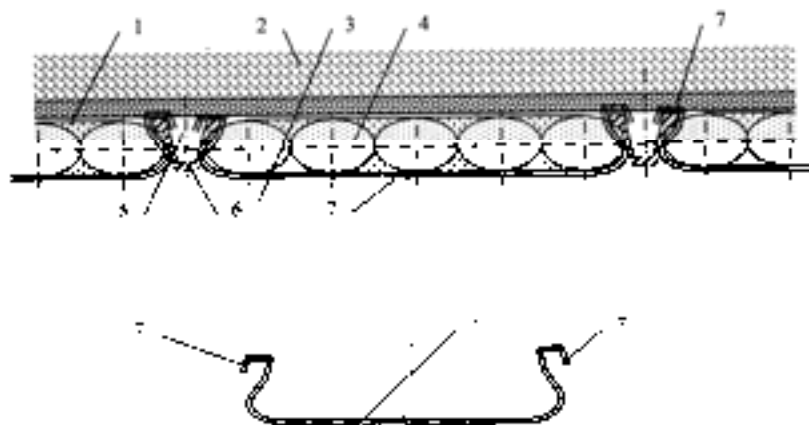


Рис. 3

- простота конструкций, их монтажа и эксплуатации.

Тепловыми расчетами участковой воздухоподающей выработки без теплоизоляции стенок и с указанной теплоизоляцией при толщине эластичной емкости, заполненной воздухом, в рабочем со-

стоянии установлено, что при применении теплоизоляции коэффициент теплоотдачи горного массива уменьшается в 14 раз.

Заполнение эластичных емкостей воздухом придает теплоизоляционному покрытию податливость и возможность изменять конфигурацию, что обеспечивает герметичность теплоизоляции в период ее эксплуатации при деформациях крепи.

Другим перспективным способом теплоизоляции горного массива в выработках, уплотнения и изоляции выработанных пространств лав со стороны выемочных штреков является внедрение современных технологий и технических решений по физико-химическому укреплению горных массивов, обрушенных горных пород и созданию различного типа теплогидроизоляционных полос и уплотнительных теплоизоляционных покрытий на основе быстро вспенивающихся при соединении полимерных материалов [5, 6].

Уплотнительные теплоизоляционные материалы (двухкомпонентные пены) получают в результате соединения двух жидких компонентов: смолы и катализатора. Эти технологии с точки зрения влияния на формирование теплового режима горных выработок в настоящее время еще недостаточно изучены и в связи с этим не получили широкого применения в глубоких угольных шахтах Украины. Однако как показали исследования, применение двухкомпонентных полимерных составов при разработке глубоких горизонтов шахт может оказать позитивное влияние на улучшение температурных условий в горных выработках.

С целью уменьшения тепловыделения горного массива в воздухоподающих выработках выемочных участков и теплопритока из выработанного пространства лав наиболее целесообразными являются следующие технологические модули применения полимерных пен: уплотнение около штрековых бутовых полос или оборудование специальных полос для уменьшения утечек воздуха через выработанное пространство лав и соответственно уменьшения из него теплопритоков; теплоизоляция стенок горных выработок слоем пены с низким коэффициентом теплопроводности в период ее непосредственного создания в закрепленном арочной крепью пространстве. Одним из вариантов последнего является возведение теплоизоляционного покрытия из пены между элементами арочной крепи без загромождения поперечного сечения в свету горной выработки [6].

Выводы. Решение проблемы регулирования теплового режима глубоких шахт может быть осуществлено только на основе ком-

плексного горнотехнологического подхода с искусственным охлаждением рудничного воздуха в выработках разрабатываемых горизонтов. В условиях разработки глубоких горизонтов с естественной температурой горного массива 50°C и более неотъемлемой частью реализации комплексного регулирования микроклимата в горных выработках должно являться внедрение технологий теплоизоляции горного массива в выработках, уплотнение около штрековых буровых полос или оборудование специальных полос для уменьшения утечек воздуха через выработанное пространство лав.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Мартынов А.А., Брюханов А.М., Мухин В.В.* Предельно допустимая температура воздуха и профилактика тепловых поражений в выработках глубоких угольных шахт. Уголь Украины. - 2004, № 11. - С.39-42.
2. *Мартынов А.А., Лунев С.Г., Яковенко А.К., Солдатов В.И., Розенберг А.С.* Кондиционирование воздуха в действующих глубоких шахтах Донбасса. - Уголь Украины. - 2002, № 2. - С. 23-26
3. *Мартынов А.А., Малеев Н.В., Яковенко А.К.* Концепция кондиционирования шахтного воздуха // Известия Донецкого горного института: Всеукраинский научно-технический журнал горного профиля. – Донецк: ДонНТУ. – 2002, №2. - С. 104-108.
4. *Литвинский Г.Г., Мартынов А.А.* Устройство для теплоизоляции и герметизации выработок. - Патент № 60721А Украины E21F3/00, бюл. №10. - 2004.
5. *Божилев В., Петров К.* Тепло- и гидроизоляция – эффективное средство улучшения микроклимата в рудниках // Доклады 9-й сессии Международного бюро по горной теплофизике. - Польша: Гливице, 2000 - С. 245-255.
6. *Мартынов А.А., Малеев Н.В., Захаров В.С., Тулуб И.Б.* Перспективы теплогидроизоляции и укрепления горного массива в глубоких угольных шахтах специальными двухкомпонентными составами // Известия Донецкого горного института: Всеукраинский научно-технический журнал горного профиля. – Донецк: ДонНТУ. – 2003, №2. - С.44-47.

Коротко об авторах

Мартынов А.А. – кандидат технических наук, Теруправление Госнадзорхрантруда Украины, Донецк,
Литвинский Г.Г. – доктор технических наук, Донбасский горно-металлургический институт, Алчевск, Украина,
Мартовицкий А.В. – инженер, Шахта им. В.М. Бажанова ГП «Макеев-уголь», Макеевка, Украина.

© А.С. Курилко, С.П. Шкулев,
В.В. Киселев, Ю.А. Хохолов,