

СПОСОБЫ И СРЕДСТВА КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ РУДНИЧНОГО ВОЗДУХА БЕЗ ПРИМЕНЕНИЯ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН

Запропоновані принципово нові енергозбережні і безпечні способи і засоби кондиціонування повітря, які дозволять поліпшити, а в деяких випадках нормалізувати кліматичні умови в гірничих виробках глибоких шахт і копалень.

METHODS AND FACILITIES OF CONDITIONING OF MINE AIR WITHOUT APPLICATION OF REFRIGERATION MACHINES

On principle new energosberegayuschie and safe methods and facilities are offered climatizations which will allow to improve, and on occasion to normalize climatic terms in the mountain making of deep mines and mineries.

Каменный уголь в настоящее время является одним из основных природных традиционных энергоносителей, а для условий Украины – является главным энергетическим сырьем, запасы которого вполне достаточные даже при возрастающей потребности его использования. Однако, дальнейшая его добыча сопряжена с известными трудностями подземной угледобычи, обусловленными постоянно увеличивающейся глубиной разработки. Последнее обстоятельство влечет за собой ухудшение условий труда горнорабочих и снижение его безопасности, вызванные повышением газообильности и выбросоопасности горных пород, а также повышением их температуры, что формирует весьма неблагоприятные по тепловому фактору условия труда на глубоких горизонтах шахт, и требует разработки способов и средств их нормализации. Состояние этого вопроса, несмотря на выполненные прикладные исследовательские работы, к настоящему времени и на перспективу нельзя считать решенным. Такое положение обуславливает необходимость постоянного совершенствования существующих и создания принципиально новых способов и средств кондиционирования рудничного воздуха без применения холодильных машин (безопасных и энергосберегающих).

На кафедре аэрологии и охраны труда Национального горного университета (НГУ) ведутся поисковые работы и разработан ряд технических решений, позволяющих существенно улучшить, а в некоторых случаях нормализовать климатические условия в горных выработках глубоких шахт и рудников.

Для регулирования теплового режима в горных выработках разработан способ перераспределения тепловлажностного потенциала рудничного воздуха между выработками околоствольного двора воздухоподающего ствола и подготовительными выработками и установка для его реализации [1]. Идея способа заключается в уменьшении вредных притоков тепла и влаги к воздуху в капитальных и подготовительных выработках. Это происходит при помощи принудительного нагревания и увлажнения воздуха в выработках око-

лоствольного двора воздухоподающего ствола до уровня, который исключает значительный приток влаги к воздуху на его пути к рабочим забоям. Что даст возможность уменьшить приток скрытой теплоты, которую затем необходимо отводить от воздуха в воздухоохладителях, затрачивая холодильную мощность. Таким образом, положительный эффект улучшения микроклимата в горных выработках предложенным способом, достигается за счет снижения интенсивности теплообмена в этих выработках.

Согласно способу свежий воздух в выработках околоствольного двора воздухоподающего ствола предварительно нагревают и увлажняют а затем по ходу вентиляционной струи воздух охлаждают: в магистральных выработках – непрерывно и рассредоточенно, в участковых выработках – ступенчато, а в очистных забоях (лавах) – рассредоточенно. Охлаждение воздуха осуществляют циркуляционной водой, охлажденной при нагреве и увлажнении воздуха в околоствольном дворе. Дополнительно используют воду, охлажденную в воздухоподающем стволе.

Подземная установку кондиционирования рудничного воздуха, разработанная для реализации данного способа (рис.1), включает такие гидравлически связанные элементы: водоохладитель испарительного типа – 1; воздухоохладители поверхностного типа - 2, циркуляционные трубопроводы тепло- и холодоносителя – 3 и 4; аккумулятор охлажденной воды - 5, насосы – 6 и 7; вентиляторы – 8 и 9; регуляторы расхода воды и воздуха. Аккумулятор соединен также с водоуловителем и зумпфом воздухоподающего ствола.

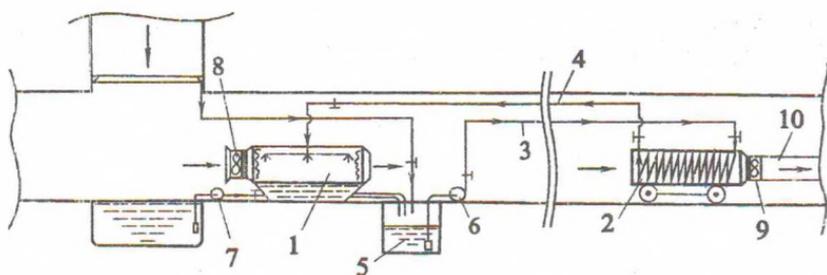


Рис.1 – Схема размещения подземной установки кондиционирования рудничного воздуха в шахте по реализации способа перераспределения тепловлажностного потенциала

Работа установки по данному способу обеспечивает непрерывное регулирование динамики нагрева и увлажнения воздуха в горных выработках и забоях в заданных пределах без применения холодильных машин. За счет этого снижаются затраты, а также опасность перегрева и переохлаждения горнорабочих.

Полезная холодопроизводительность установки определяется двумя основными факторами: количеством тепла, отведенного от циркуляционной воды в водоохладителе; величиной снижения притока теплоты и водяных паров

к вентиляционной струе по маршруту от выработок околоствольного двора воздухоподающего ствола к рабочим высокотемпературным забоям.

Предложенный способ кондиционирования рудничного воздуха может быть применен в угольных шахтах Донбасса при следующих условиях: на глубине разработки 700 – 1000 м; на пологих и крутых пластах; при температуре рудничного воздуха в околоствольном дворе воздухоподающего ствола не больше 15 – 18 °С; а также если наблюдается значительная разница естественной температуры рудничного воздуха в выработках околоствольного двора и удаленных рабочих забоях 15 – 30 °С.

Национальным горным университетом разработан новый способ нормализации атмосферных условий в лаве на основе принципа ступенчатого подсыхания вентиляционной струи. Детальное описание данного способа опубликовано в работах [2,3].

Суть предложенного способа заключается в следующем. В угольном пласте между конвейерным и вентиляционным штреками пробуривают и при необходимости закрепляют систему скважин наклонно к линии очистного забоя (рис.2). Затем скважины подвергают обработке: откачивают пластовые газы, увлажняют прилегающий к скважине угольный массив и охлаждают (например, - за счёт испарения влаги с поверхности стенок или подачи холодоносителя). При пересечении очередной скважины с поверхностью очистного забоя по ней подают охлаждённый воздух в призабойное пространство лавы. Для нагнетания охлаждённого воздуха в скважине используют пневматические вентиляторы, установленные на конвейерном штреке и соединённые всасывающей стороной с каналом, по которому подают кондиционированный воздух (трубопровод или свободное сечение штрека).

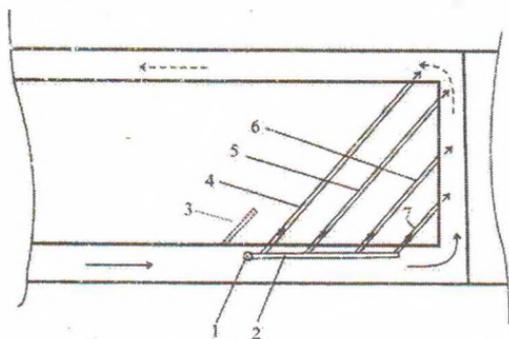


Рис. 2 – Схема подсыхания воздуха в лаве через наклонные скважины

Количество и угол наклона скважин, посредством которых подсышают вентиляционную струю в лаве, может быть разным. Это зависит от длины лавы, твёрдости угля и степени нарушенности пласта, диаметра скважин, температуры горного массива, особенностей технологии добычи и транспорта

угля, производительности лавы, требований к параметрам атмосферы в лаве.

Воздух подают в призабойное пространство лавы одновременно по нескольким скважинам, в частности, на рис.2 в качестве примера показаны воздухоподающие скважины 4 – 7, соответственно: на выходе из лавы (4), в верхней части лавы (5), в средней части лавы (6), в нижней части лавы (7). Скважины 4 – 7 соединены с воздушным коллектором (трубопроводом) – 2, скважина – 3 находится в состоянии проходки, побудитель движения воздуха (осевой вентилятор) – 1 расположен на конвейерном штреке со стороны свежей вентиляционной струи и соединен с трубопроводом.

Охлаждённый воздух, поступающий по скважинам, смешивается в призабойном пространстве лавы с вентиляционной струей, которая подаётся из конвейерного штрека непосредственно в лаву, в результате чего температура вентиляционной струи снижается. Расход воздуха по отдельным скважинам (например: 4 - 7) регулируют таким образом, чтобы во всех зонах лавы были допустимые по [4,5] атмосферные условия. По мере увеличения срока службы воздухоподающих скважин вокруг них образуется охлаждённая “рубашка” и холодопотери в скважинах снижаются.

При разработке сильно разрушенного угольного пласта или отдельных его участков можно закреплять стенки скважин, например: путём обсадки их керамическими (или подобными) трубами, путём нагнетательного увлажнения и последующего замораживания (например, спомощью жидкого азота или углекислого газа), путём химического закрепления, путём обработки стенок вязким веществом, которые обеспечивают склеивание частиц угля вокруг стенок скважины и др.

Тепловые условия в лаве при использовании данного способа улучшаются как за счёт снижения температуры и влажности воздуха, так и за счёт уменьшения интенсивности теплового излучения со стороны забоя, поскольку температура угольного массива уменьшается при охлаждении стенок скважин. Кроме того, при транспортировании по лаве и штреку частично охлаждённого угля снижается нагрев вентиляционной струи. В результате этого температура воздуха на входе в лаву также будет снижаться и далее будет поддерживаться на допустимом уровне за счёт рассредоточенного поступления по скважинам в призабойное пространство охлаждённого воздуха.

Принудительное увлажнение угольного массива водою в скважинах обеспечит снижение пылеобразования при отбойке, погрузке и транспортировании угля.

В случае аварии, например – при обвалах или выбросах угля в лаве, наклонные скважины можно также использовать при проведении горноспасательных работ для аварийной подачи в лаву свежего воздуха, воды, пищи, медикаментов, инструментов, энергии, различных материалов и обеспечения связи между потерпевшими и горноспасателями.

В Довещом национальном техническом университете совместно с НГУ разработан способ кондиционирования рудничного воздуха [6] который включает охлаждение воздуха в воздухоподающей выработке и отвод теплого

воздуха за пределы добычного участка. Воздух разделяют в воздухоподающей выработке на горячий и холодный потоки с помощью вихревой трубы. Поток горячего воздуха отводят через каналы в выработанном пространстве, которые соединяют воздухоподающую и воздухоотводящую выработки, потом направляют горячий воздух в устройство для преобразования тепловой энергии в электрическую.

Предполагается операция быстрого охлаждения воздуха с помощью вихревой трубы с компрессором, в которой разделяют поток воздуха на холодный и горячий. Холодный поток направляется на охлаждение воздуха в очистной выработке (лаве), а поток горячего воздуха поступает в каналы, пройденные в выработанном пространстве. Там он дополнительно нагревается за счет геотермальной энергии и поступает в устройство для преобразования тепловой энергии в электрическую. Этим, с нашей точки зрения, обеспечивает меньшая энергоемкость процесса охлаждения шахтного воздуха.

Причинно-следственная связь признаков, которые составляют суть технического результата, достигается и объясняется следующим образом. Образование каналов в выработанном пространстве позволяет охватить значительно большую часть горного массива для съема (отвода) теплоты от поверхности горного массива, чем в известных существующих способах. Это обеспечивает возможность получить значительно большую геотермальную энергию, которую целесообразно использовать для работы энергопреобразующего устройства, получить дополнительную электрическую энергию для питания компрессора и действия вихревой трубы. Эта дополнительная энергия обеспечивает получение технического, экологического и экономического эффекта.

Схема реализации предлагаемого энергосберегающего способа кондиционирования шахтного воздуха приведена на рис.3 где: 1 – воздухоподающая выработка; 2 - очистная выработка; 3 - вихревая труба с компрессором; 4 - трубопровод теплого воздуха; 5 - вентиляционная перемычка; 6 - устройство для преобразования тепловой энергии в электрическую; 7 - каналы, пройденные в выработанном пространстве.

Физическая сущность предложенного способа улучшения температурных условий в лавах глубоких шахт состоит в использовании теплоты породного массива для обеспечения менее энергоемкого процесса кондиционирования шахтного воздуха. Из воздухоподающей выработки, используя вихревой эффект получаем охлажденный воздух и подаем на рабочие места, а горячему воздуху сообщаем дополнительную энергию, подогревая его теплотой недр. Используя в качестве теплоагента шахтный воздух, направляем эту теплоту в энергопреобразующее устройство. В этом устройстве тепловая энергия превращается в электрическую, при этом температура воздуха снижается за счет фазовых преобразований теплоносителя, который и определяет достижение полезного технического эффекта.

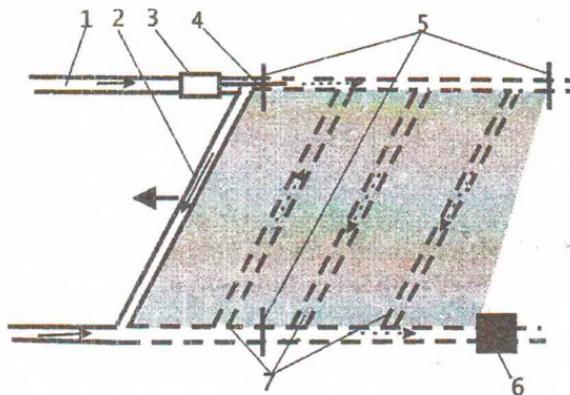


Рис.3 – Схема реализации способа кондиционирования воздуха в лаве

Использование предлагаемых способов и средств для регулирования теплового режима в очистных забоях глубоких шахт и рудников обеспечит экологический эффект, позволит уменьшить затраты, и повысить безопасность труда горнорабочих.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 53467 Україна, МПК 7 E21F 3/00. Спосіб кондиціонування рудничного повітря та установка для його здійснення/Муравейник В.І., Алексєєнко С.О., Шайхлісламова І.А. та ін.; заявник і патентовласник Національний гірничий ун-т. - №2002064680; заявл. 07.06.02; опубл. 15.12.2006, бюл. №12.
2. Пат. 78735 Україна, МПК E21F 3/00, E21F 1/00, E21F 5/02. Спосіб нормалізації атмосферних умов в лаві/Алексєєнко С.О., Муравейник В.І., Булгаков Ю.Ф. та ін.; заявник і патентовласник Національний гірничий ун-т. - № 20040705497; заявл. 07.07.2004; опубл. 25.04.2007. Бюл. №5.
3. Новый энергосберегающий способ регулирования атмосферных условий в лавых глубоких шахт / [Алексєєнко С.А., Масур А.С., Муравейник В.И., Король В.И.]; Науковий вісник НГУ №1, 2005. – С. 66-70.
4. Правила безпеки у вугільних шахтах. НПАОП 10.0-1.01 – К.: Держнаглядохоронпраці України, 2005. – (Нормативно-правовий акт з охорони праці). – 400с.
5. Державні санітарні правила і норми Підприємства вугільної промисловості: ДСП 3.3.1.095 – К.: М-во охорони здоров'я України, 2002. – (Нормативний документ Міністерства охорони здоров'я України). – 36с.
6. Декларативний пат. на корисну модель 17204 Україна, МПК E21F 3/00. Спосіб кондиціонування шахтного повітря/Костенко В.К., Афанасьєв С.В., Алексєєнко С.А.; заявник і патентовласник Донецький національний технічний ун-т. - U200603145; заявл. 23.03.06; опубл. 15.09.2006, бюл. №6.