

ТЕХНОЛОГИЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ВОЗДУХА В ВЫРАБОТКАХ ГЛУБОКИХ ШАХТ

Аналіз розвитку систем промислового охолодження повітря за останні 20–30 років. Запропоновано пристрій охолодження при забійній частини гірських виробок

TECHNOLOGY OF COOLING OF AIR IN DEVELOPMENTS OF DEEP MINES

The analysis of development of systems of industrial cooling of air for last 20-30 years. The device of cooling призабойной is offered to a part of mountain developments

Характерное для мировой практики непрерывное увеличение глубины разработки приводит к повышению температуры горных пород, окружающих выработки шахт, и как следствие – нагреву вентиляционного воздуха, движущегося по выработкам. Поэтому обеспечение рациональных вентиляционного и теплового режимов всегда были важнейшими задачами, решаемыми при подземной разработке полезных ископаемых.

Наиболее полно проблема нормализации тепловых условий в глубоких шахтах решается при использовании искусственно охлажденного воздуха с помощью специальных холодильных установок.

Основным для систем является оборудование приточных, вытяжных, приточно-вытяжных установок и центральных кондиционеров. Это связано с универсальностью оборудования, которое может быть использовано в условиях большинства производств и помещений, его высокой производительностью по воздуху, холоду, экономичностью и малым удельным потреблением энергии.

Мировая тенденция в производстве оборудования для систем кондиционирования воздуха соответствует общему стремлению к выпуску комплектных установок с тем, чтобы перенести основные производственные операции на заводы и максимально снизить затраты на монтаж и сборку оборудования на месте его использования. Установки поставляются заказчику в виде отдельных секций, собираемых по той или иной схеме при монтаже на месте установки. Такое стремление экономически оправдано.

В настоящее время, практика использования специальных систем кондиционирования воздуха широко распространена в ряде стран с развитой горной промышленностью (ЮАР, Германия, Украина и др.). Причем, с каждым годом применение систем кондиционирования расширяется, а мощности, расходуемые на нормализацию тепловых условий, возрастают. Уже сегодня суммарная мощность электродвигателей систем кондиционирования воздуха на одной шахте достигает 20 МВт, а капитальные и эксплуатационные затраты составляют миллионы долларов.

Для кондиционеростроения характерен высокий уровень специализации производства, использование материалов с высокими механическими, тепло-

техническими и другими показателями, применение эффективных комплектующих изделий и приборов и т. д.

Анализ показывает, что основное направление - индивидуальное проектирование и изготовление установок. Особое внимание уделяется экономичности установок, так как их реализация и эксплуатация требует значительных затрат. При этом оказывается целесообразным предусматривать определенный запас по мощности установленного оборудования. Изменения технологии, интенсификация производства требуют гибкости проекта, чтобы мощность могла быть увеличена в процессе эксплуатации при наименьших затратах. Эти мероприятия в конечном счете окупаются при эксплуатации.

Проектирование наиболее экономичных систем возможно лишь при тщательном технико-экономическом анализе проектов, сравнении стоимости их вариантов и учете местных условий. Это, в свою очередь, требует четкого представления о возможностях, стоимости оборудования и его эксплуатации, а также об экономической эффективности работы систем.

Так же анализ кондиционеростроения показывает, что за последние 20–30 лет, компоновочно, центральные установки не претерпели серьезных изменений. Основу производства большинства фирм составляют секционные, блочно-секционные и блочные установки по следующим компоновкам:

- прямоточные - с одно- и двухступенчатым подогревом; с поверхностным и (или) контактным теплообменным устройством; с сухим воздушным фильтром из объемных фильтрующих материалов; с теплоутилизационным блоком;

- рециркуляционные (дополнительно к прямоточным компоновкам) — со смесительными камерами; с блоком второго вентилятора [1].

Можно выделить в отдельную компоновочную схему приточно-вытяжные установки, сочетающие в едином блоке приточную и вытяжную установки и теплоутилизационное устройство (рекуперативный пластинчатый воздуховоздушный теплоутилизатор; регенеративный вращающийся роторный теплоутилизатор; теплообменники на базе тепловых труб).

Во всех компоновочных схемах используются радиальные вентиляторы. Применение осевых вентиляторов отмечено только для центральных кондиционеров в Германии, при этом с целым рядом условий по особому заказу.

Отметим основные направления работ в области поверхностного теплообмена.

1. Применение новых интенсифицированных поверхностей, которые за счет удачного сочетания конструктивных параметров оребрения и трубок, протяженности теплоотдающего канала и т.д. обеспечивают максимальный коэффициент теплопередачи при минимальных энергетических затратах на перемещение воздуха и воды.

2. Применение для массового производства теплообменников высокоэффективных конструкционных материалов, в первую очередь цветных металлов. Использование сочетания «медная трубка + алюминиевая пластина» дает возможность выполнять компактные теплообменники с высокими теплоаэродина-

мическими характеристиками.

3. Снижение толщин металла, применяемого для изготовления теплообменников (например, для пластин применяется лента 0,1-0,2 мм).

4. Широкое применение схемы холодоснабжения с воздухоохладителем непосредственного испарения. В этом случае испаритель холодильной установки встраивается в конструкцию приточной установки или кондиционера.

Анализ показывает, что:

1. Центральные установки систем вентиляции и кондиционирования воздуха занимают основное место в мировом и отечественном кондиционеростроении. В последние годы фирмы, производящие оборудование, ограничили номенклатуру центральных установок воздухопроизводительностью 100...120 тыс. м³/ч. Это связано с экономическими факторами, в первую очередь - снижением энергетических затрат [3].

2. Наблюдается тенденция к сокращению сроков обновления выпускаемого оборудования для систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Создаются кондиционеры со специфическими требованиями для конкретных условий применения: в северном исполнении, с блоками для химической очистки воздуха, взрывозащищенного исполнения и др.

3. Большинство центральных кондиционеров не имеют камер обслуживания, в связи с чем занимают меньшую площадь; при этом кондиционеры имеют панельную конструкцию с теплозвукоизоляционными панелями. Зарубежное кондиционеростроение все большее внимание уделяет производству кондиционеров наружной установки.

4. Основное применение для очистки воздуха от пыли находят сухие карманные фильтры.

5. В приточных установках систем вентиляции и центральных кондиционерах применяются поверхностные теплообменники из цветных металлов, как правило, медная трубка + алюминиевая пластина.

6. В компоновках центральных кондиционеров для эффективного теплообмена применяются камеры орошения и насадочные увлажнительные устройства.

7. Изменения технологии производства для основных отраслей промышленности и увеличение объема реконструкции определяют необходимость применения «модульных установок», обслуживающих определенный строительный модуль - ячейку пола или объем цеха, с размещением их вне здания (на кровле) или вне технологических площадей (на колоннах, в межферменном пространстве и т. д.).

8. Общая тенденция развития мирового и отечественного кондиционеростроения – это экономия энергетических и материальных ресурсов при достижении и обеспечении требуемого микроклимата в обслуживаемом объекте.

В ИГТМ НАН Украины в течение последних 20 лет ведутся исследования по разработке методов оптимизации параметров проектируемых и эксплуатируемых систем кондиционирования воздуха шахты. Актуальность проблемы обусловлена чрезвычайно тяжелыми условиями труда шахтеров в глубоких шахтах в связи с

высокими температурами и влажностью вентиляционного воздуха.

Подаваемый в шахту воздух охлаждается специальными холодильными установками, размещающимися на поверхности или под землей. Но применение существующих способов кондиционирования воздуха в глубоких шахтах с определенных глубин является не только нецелесообразным, но и технически невозможным [2].

Эти обстоятельства делают особенно актуальной разработку новых подходов к решению проблем, связанных с обеспечением нормального теплового режима людей в призабойной части выработок в глубоких шахтах, т. е. применение избирательной системы кондиционирования.

Избирательная система кондиционирования – это среднее между кондиционированием всего воздушного потока подающегося в выработку и средствами индивидуальной защиты горных рабочих.

Проблему охлаждения воздуха в забоях выработок глубоких шахт предлагается решить с применением принципа избирательного охлаждения (Рис. 1) – охлаждения только людей, а не окружающих пород, механизмов и машин. Т.е. усовершенствовать стандартные передвижные шахтные кондиционеры (например, КПШ)

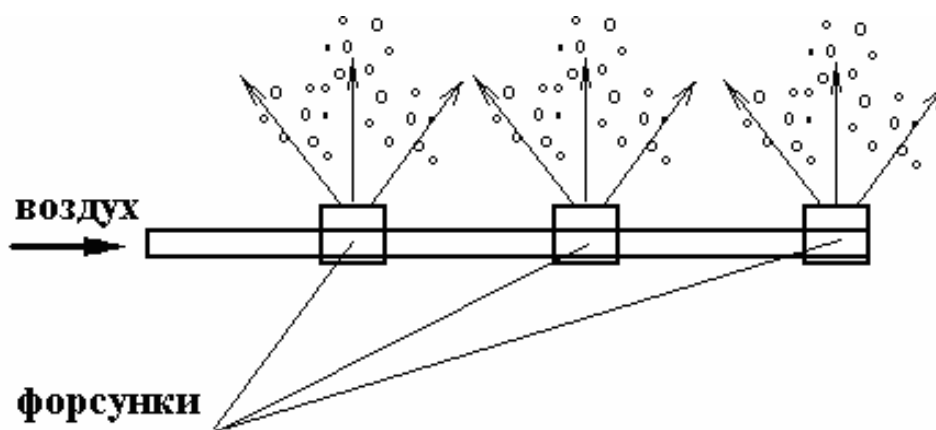


Рис. 1 - Схема устройства избирательного охлаждения

Систему распределения планируется рассчитывать на 4-8 независимых форсунок (воздушных каналов) для индивидуального охлаждения соответствующего числа шахтеров.

Устройство избирательного охлаждения, состоит из: системы забора свежего воздуха из рукава вентилятора местного проветривания; непосредственно холодильной установки – компрессора и радиатора; системы, избирательно подающей холодный воздух на людей, находящихся на расстоянии эффективного охлаждения – 20 м от груди забоя.

Часть свежей струи (до 20 % от общего расхода ВМП), через устройство забора воздуха, попадает в компрессор и сжимается до 0,2-2,0 МПа. Затем сжатый воздух движется через радиатор (трубы, длиной 5 -30 м и диаметром 100 – 150 мм), где отдает избыточную тепловую энергию встречно движущемуся по-

току воды, остывая до температуры окружающих пород – 35 и более °С и приобретая влажность 100%. После радиатора, сжатый воздух поступает в систему распределения воздуха. Подмешивая адиабатно расширяющийся воздух (температурой +5 °С) к воздуху из рукава ВМП, получают оптимальные микроклиматические условия в месте работы каждого шахтера. Систему распределения планируется рассчитывать на 4-8 независимых каналов для индивидуального охлаждения соответствующего числа шахтеров [5, 6].

В процессе адиабатного расширения воздух не только охлаждается, но и резко увеличивается влажность, вплоть до конденсации. Выпадает роса, которая значительно снижает запыленность.

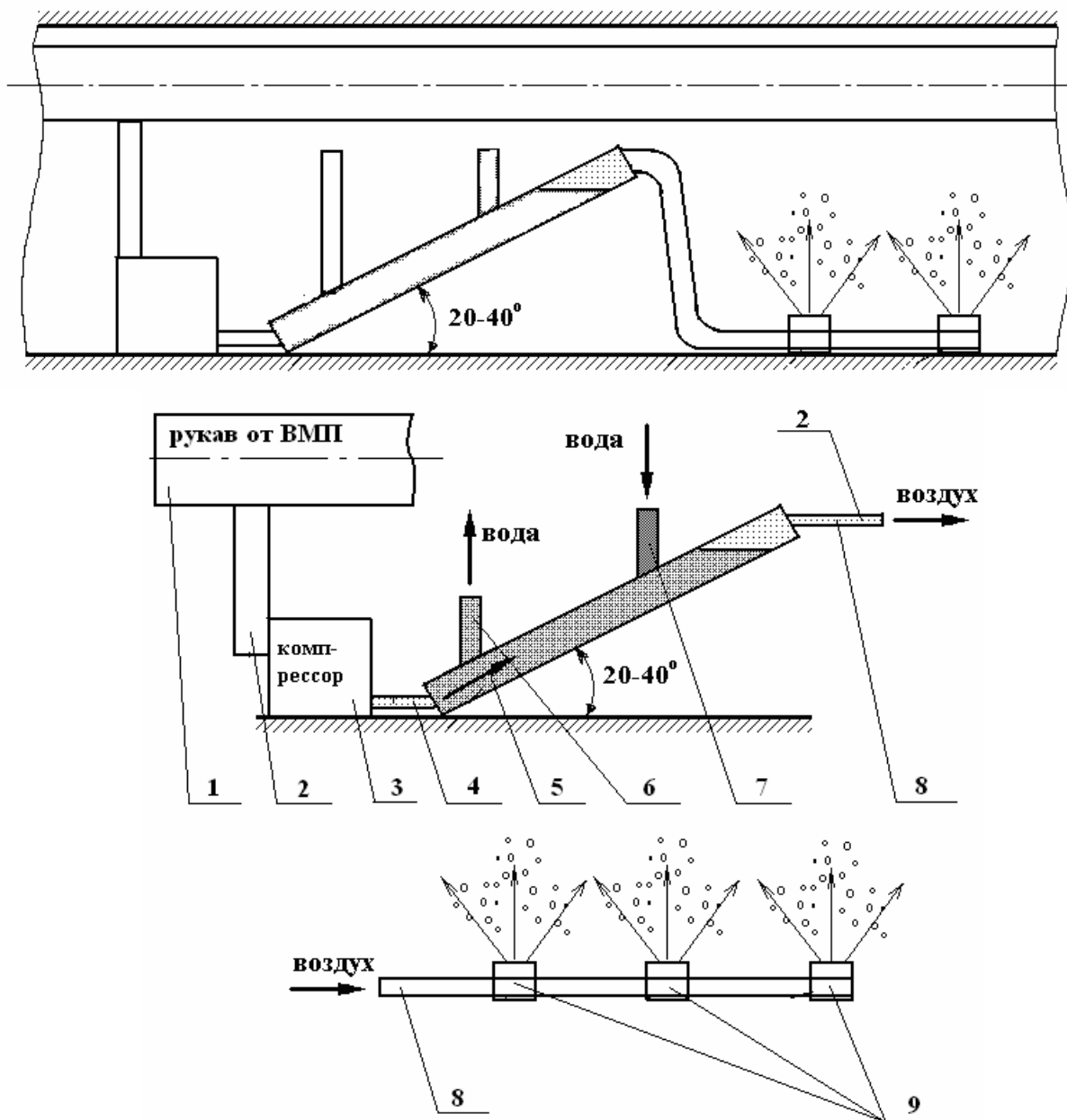


Рис. 2 - Схема устройства охлаждения призабойной части горных выработок.

На рисунке 2 схематически изображено передвижное устройство предназначенное для получения охлажденной туманообразной водовоздушной смеси.

Устройство (Рис. 2) включает соединенные между собой вентиляционный трубопровод 1 с трубопроводом 2, обеспечивающий подачу свежего воздуха к компрессору 3, соединенному с теплообменником 4, через трубопровод 5. Теплообменник также соединен с системой водообмена 6 и 7, и гибким трубопроводом 8, с находящимся на нем распылителями 9.

Принцип работы устройства для получения охлажденной туманообразной водовоздушной смеси следующий.

Включают в работу вентилятор местного проветривания (ВМП), который по вентиляционному трубопроводу подает теплый, свежий воздух. Присоединенный трубопровод 2, отбирает часть воздушной струи, перенаправляя ее к компрессору 3. Компрессор сжимает поступивший воздух до давления 5-6 атм., и через трубопровод 5 подает его в нижнюю часть теплообменника 4. Теплообменник выполнен в виде установленной под углом к горизонту 20-40° металлической трубы, диаметром 150-200 мм и длиной 3000-5000 мм. В верхней части теплообменника находится патрубок 6, через который поступает теплая вода из шахтного водопровода, при давлении, совпадающем с давлением воздуха после компрессора. В нижней части теплообменника находится патрубок, обеспечивающий отток нагретой воды, пуская ее в сточную канавку. Таким образом, сжатый воздух, попадая в нижнюю часть теплообменника, в виде горячих мелких пузырей проходит через водяной поток, движущийся в противоположном направлении. Этот процесс приводит к остыванию мелких пузырей воздуха и полному их насыщению парами воды. Затем, пузыри скапливаются в верхней части теплообменника образуя воздушный колокол. По присоединенному к теплообменнику гибкому трубопроводу 8, теплый сжатый воздух поступает к распылителям 9. Распылители устроены таким образом, что включаются при приближении к ним объекта охлаждения, обеспечивая, приближающееся к адиабатному, истечение воздуха в выработанное пространство. Резкое снижение давления приводит к охлаждению воздуха, находящиеся в нем пары воды не могут сохраняться и конденсируются, превращаясь в туман. Конденсация паров дополнительно остужает водовоздушную смесь, подмешивая ее к свежему воздуху, поступившему по трубопроводу ВМП, улучшенные санитарно-гигиенические условия труда людей в горных выработках глубоких шахт [7, 8].

Таким образом, предлагаемая система избирательного охлаждения, обеспечивая выполнение санитарных правил для предприятий угольной промышленности, значительно снижает эксплуатационные затраты – до 70 %, по сравнению с существующими. Использование вышеописанной системы позволит, на наш взгляд, решить проблему охлаждения воздуха в призабойной части выработок глубоких шахт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Материалы специализированного журнала «С.О.К.» об оборудовании, материалах, новых технологиях и проблемах эксплуатации гарантийном и сервисном обслуживании, обзорах зарубежного и отечественного рынков.

2. Цейтлин Ю.А. «Разработать научные основы и методы рационального микроклимата глубоких шахт» (1994 г.).
3. Каталог Холодильного оборудования Мелитопольского завода холодильного машиностроения
4. А.Брюханов, директор, кандидат технических наук, академик МАНЭ Б.В. Колосюк. Государственный Макеевский научно-исследовательский институт по безопасности работ в горной промышленности. Донецкая область. Состояние и стратегия развития охраны труда и безопасности работ на угольных шахтах Украины. /www.tehnpolis.dp.ua/tex/2002/11/3.htm
5. СНиП 2.09.03-85
6. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт.–Киев, 1994.–311 с.
7. Правила безопасности в угольных шахтах. – Киев, 1996. – 421с.
8. Сборник инструкций к Правилам безопасности в угольных шахтах.–Киев, 1996.–425с.

УДК 622.831.322

Инж. В.Г. Золотин (ИГТМ НАН Украины)

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЯЕМЫХ СПОСОБОВ БОРЬБЫ С ВНЕЗАПНЫМИ ВЫБРОСАМИ УГЛЯ И ГАЗА¹

На підставі проведеного аналізу застосування різних способів боротьби з раптовими викидами вугілля та газу на шахтах Українського Донбасу зроблено висновок та обґрунтовано застосування гідродинамічної дії для боротьби з раптовими викидами вугілля та газу при проведенні підготовчих виробок змішаним вибоєм по пологим пластам.

THE ANALYSIS OF EFFICIENCY TO USED METHODS STRUGGLE WITH SUDDEN EMISSIONS COAL'S AND GAS

On the basis of the carried spent analysis of application various methods of struggle with sudden emissions coal and gas on mines of Ukrainian Donbass the conclusion is made. The application of hydrodynamic action for struggle with sudden emissions coal and gas is proved at realization of preparatory developments mixed face on flat to layers.

Развитие горных работ на шахтах Украины связано с увеличением глубины разработки угольных пластов [1], что сопровождается повышением частоты и интенсивности газодинамических явлений, в частности внезапных выбросов угля и газа. Это также подтверждается данными о количестве газодинамических явлений, произошедших за десятилетний период, приведенными в таблице 1

В период с 1986 по 1995 гг. произошло 1640 выбросов угля и газа [2], из них 115 (7%) – на крутых пластах и 1525 (93%) – на пологих (табл. 2).

Причем, на крутых пластах произошло при сотрясательном взрывании (главным образом в подготовительных выработках) 80 внезапных выбросов, а на пологих пластах – 1469 внезапных выбросов, из них 1241 - в подготовительных выработках. Эти цифры свидетельствуют о том, что пологие пласты характеризуются более высокой степенью проявления выбросоопасности, особенно при проведении подготовительных выработок, вследствие практически повсеместного проведения их сотрясательным взрыванием, оказывающим более ин-

¹ - работа выполнена под научным руководством доктора технических наук, профессора Софийского К.К.