



### **Фирма «М и М»**

- разработка и производство электронагревательных конструкций и автоматики для систем отопления, вентиляции и кондиционирования жилых и производственных помещений.

### **Фирма «М и М»**

- изготовление и поставка трубчатых электронагревателей (ТЭНов) любых типоразмеров, форм, номиналов, для различных сред.

### **Фирма «М и М»**

- поставка широкого спектра электронагревательного оборудования котлов, печей, калориферов, тепловентиляторов, воздушных завес, инфракрасных панелей и многое другое.

### **Фирма «М и М»**

111020, г. Москва, ул. Боровая, д. 7 стр. 10  
Тел./факс: (495) 974-33-03 (многоканальный)  
E-mail: mim@com2com.ru <http://www.mim.ru>

# ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОКАЛОРИФЕРОВ В УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УДК 697.921.452:622.33 © А. В. Вересов, В. Б. Петрунин, 2006

## ВЕРЕСОВ

**Александр Васильевич**

Генеральный директор ООО «Фирма «М и М»

## ПЕТРУНИН

**Виктор Борисович**

Главный конструктор ООО «Фирма «М и М»

В угольной и горно-рудной промышленности важнейшей проблемой при шахтной добыче является организация эффективной вентиляции шахтных стволов. Эта проблема имеет как технический, так и экономический аспекты.

В техническом плане, с учетом российского климата, когда большинство угольных и горно-рудных шахт находится в суровых климатических зонах Сибири и Заполярья, ключевым вопросом организации вентиляции шахт является подогрев подаваемого в штольно воздуха до положительной температуры (от +2 до +5 °С).

На протяжении многих десятилетий и по настоящее время основным техническим решением подогрева подаваемого в шахту воздуха является применение водяных (редко — паровых) калориферов типа КСК/КВС/КВБ либо ВНВ (арктическое исполнение КСК). Несмотря на простоту конструкции, применение водяных калориферов создает ряд крупных проблем, связанных со сложным монтажом, водоподготовкой, непрерывным техническим сопровождением, опасностью размораживания калориферов, даже при кратковременных авариях, связанных с подачей перегретой воды, и как следствие этого вынужденная необходимость поддерживать температуру подаваемого в ствол воздуха заведомо выше оптимальной.

В большинстве климатических зон России, где расположены основные горно-рудные и угольные шахты, температура в зимний период на длительное время опускается ниже — 40 °С, что зачастую приводит к размораживанию водяных (паровых) калориферов и как следствие — к временной остановке производства и большим затратам на замену калориферов. Ежегодно производится замена 4 000–6 000 шахтных калориферов (КСК 3(4) - 11 и КСК 3(4) - 12). Электрические калориферы могут успешно эксплуатироваться при температурах наружного воздуха до — 50 °С, и не терять работоспособности в случае временного (аварийного) отключения напряжения в питающей сети.

Кроме того, применяемые водяные калориферы имеют крайне низкий КПД, так как производятся на морально и технически устаревшем оборудовании, по «дедовским» технологиям. Именно поэтому в ГОСТе и ТУ на указанные серии калориферов сделаны большие «поправки» в требованиях к теплопередаче. На практике нередки случаи,



когда новые калориферы серии КСК имели фактическую производительность по теплу 40 % от расчетной.

Указанные технические проблемы приводят к проблемам экономическим:

- крупные ежегодные затраты на ремонт и замену теплотрасс и теплообменное оборудование;
- расходы на круглогодичное содержание бригады специалистов по обслуживанию и ремонту теплообменного оборудования;
- необходимость поддержания «аварийного» запаса калориферов на случай их размораживания;
- расходы по оплате тепловой энергии, потраченной «на ветер», по причине потерь в трассах и низкого КПД теплообменников;
- сжигание товарного угля для подогрева воздуха также снижает рентабельность производства.

Об энергосбережении в горной промышленности нет необходимости долго говорить. Достаточно сказать, что на предприятиях по добыче золотоносной руды шахтным способом (глубина 700 — 1 000 м), расходы на вентиляцию составляют до 60 % от себестоимости продукции.

Именно поэтому в настоящее время для подогрева воздуха в горно-рудной и угольной промышленности все шире применяются электрические калориферы большой мощности (от 1 000 до 10 000 кВт). Вначале, применялись калориферы импортного производства (Германия, Швеция и Норвегия), так как в СССР применение мощных электронагревательных устройств для отопления и кондиционирования было просто запрещено. В настоящее время, когда у горно-рудных и угольных предприятий появились реальные собственники, заинтересованные в снижении за-

трат и повышении рентабельности производства, в России появился спрос на электрические калориферы большой мощности, способные производить подогрев воздуха от 50 до 1 000 тыс. м<sup>3</sup>/ч.

Привлекательность применения электрокалориферов в системах вентиляции шахт объясняется реальной возможностью не только решить техническую проблему подогрева воздуха, но и существенно снизить производственные затраты на вентиляцию за счет:

- возможности точного расчета и учета энергопотребления вентиляционной системы, так как потребляется ровно столько электроэнергии, сколько требуется для поддержания температуры подаваемого в шахту воздуха с температурой +2 °С (± 3 °С) независимо от изменения производительности вентилятора и температуры наружного воздуха (КПД электрокалориферов близок к единице). В результате, на угольных шахтах Кузбасса, применяющих электрокалориферы, расход электроэнергии на подогрев воздуха составляет 0,2 — 0,3% от общего энергопотребления шахты;

- минимизации эксплуатационных расходов (не требуется специальный обслуживающий персонал — контроль осуществляется дежурным оператором (диспетчером) шахты, и периодическим осмотром штатного электрика);

- простоты конструкции оборудования, предполагающей относительно не сложные строительно-монтажные работы (в том числе и при замене существующей «водяной» системы на электрическую). Например, при замене водяных калориферов на электрические можно с успехом «вписать» новое оборудование в существующую строительную конструкцию, избежав больших затрат на новое строительство. Также возможен монтаж электрокалориферов в стандартных металлических контейнерах, устанавливаемых на открытых площадках, что существенно снижает капитальные затраты;

- высокой устойчивости к аварийным ситуациям:

- при временной аварии на питающих сетях — моментальное восстановление работоспособности вентиляционной системы при подаче напряжения;

- с учетом конструктивного запаса мощности нагревателей в 20–25% от номинального выход из строя части нагревательных элементов не приводит к снижению производительности вентиляционной системы;

- конструктивно калорифер состоит из 10–20 практически независимых нагревательных секций, что значительно повышает «живучесть» вентиляционной системы;

- в случае аварии управляющего микропроцессорного блока, дежурный оператор переводит калорифер в режим «ручного» управления, включая требуемое количество нагревательных секций, следуя показаниям контрольного термометра.

При переходе на электрокалориферы руководители шахтных предприятий также принимают в расчет фактор монопольности местного производителя тепловой энергии (ТЭЦ/ГРЭС), диктующего тарифы и условия поставки тепла, возможность выбора поставщика электроэнергии с более низким тарифом и даже приобретение собственных электрогенерирующих станций, что позволяет снизить на треть стоимость электроэнергии. К сожалению, монополизм РАО ЕЭС тормозит эти процессы.

Специалистами нашей фирмы разработана и производится автоматизированная установка АРМ-ЭКО, предназначенная для прецизионного подогрева приточного воздуха (от 50 до 1 000 тыс. м<sup>3</sup>/ч) в системах вентиляции горно-рудных и угольных шахт и представляет собой комплект оборудования, состоящий из мощного электрического калорифера (номинальная мощность установленных

нагревателей от 1 000 до 10 000 кВт) и автоматического регулятора мощности.

Электрокалориферная установка типа АРМ-ЭКО проектируется и изготавливается индивидуально для каждого конкретного объекта, с учетом производительности вентиляционной системы, размеров имеющихся воздуховодов, климатической зоны, требуемой температуры подогрева, требований к надежности, резервированию и т. п.

Вопреки общему представлению, разработка и изготовление электрокалорифера АРМ-ЭКО под конкретный объект, с учетом реальных условий эксплуатации и материальных возможностей заказчика, дает возможность оптимизировать стоимость оборудования (применить менее дорогие нагреватели, более простую автоматику и т. п.).

В качестве нагревательных элементов применяются трубчатые электронагреватели (ТЭНы) с оболочкой из нержавеющей стали 12Х18Н10Т.

Нагревательные элементы (ТЭНы) объединены в секции, мощностью по 100–300 кВт каждая. Секции расположены в калорифере последовательно друг за другом, т. е. каждая нагревательная секция перекрывает все сечение воздуховода. Напряжение питания нагревательных секций — 660В~3ф/50 Гц. Электрокалорифер оснащен аварийной защитой от перегрева корпуса и ТЭНов, автоматической защитой от образования конденсата на токоведущих частях коммутационных отсеков.

Для подключения электрокалорифера, задания алгоритма управления, индикации рабочих и аварийных режимов, защиты от перегрева, диспетчеризации (интерфейс типа RS 232 либо RS 485) и синхронизации работы калорифера с вентиляционным оборудованием шахты применяется автоматический цифровой регулятор мощности типа АРМ, обеспечивающий поддержание температуры подогретого воздуха (в объеме 50–1 500 тыс. м<sup>3</sup>/ч) в диапазоне ± 3 °С от заданного значения. Управление АРМ-ЭКО осуществляется микропроцессором по специально разработанному алгоритму.

Коммутация нагревательных секций производится электронными ключами (тиристоры или симисторы) либо комбинированно с электромагнитными контакторами.

Строительно-монтажные и пусковые работы не требуют специфических знаний, высокой квалификации, специального оборудования и могут быть произведены силами регионального ШСМУ. В Западной Сибири практический опыт монтажа электрокалориферов АРМ-ЭКО имеет ШСМУ №6 (г. Новокузнецк Кемеровской обл.). В настоящее время, вокруг нашего предприятия сложилась группа российских компаний, способная произвести предварительную оценку объекта, спроектировать, изготовить, смонтировать и запустить электрокалориферную установку.

Вопросы безопасности на объектах с высокой степенью загазованности метаном (например — угольные шахты), решаются как организационными мерами, так и применением приборов, контролирующих поток воздуха и концентрацию метана в воздушном канале и блокирующих работу электрокалорифера, а также устройством обводных калорифер ляд, для «обратного» проветривания стволов шахты.

На всех шахтах, где применяются электрокалориферы нашего производства, получено разрешение Ростехнадзора на применение.

Многотлетний опыт проектирования электронагревательных конструкций, применение современных технологий, качественных материалов и комплектующих позволяют изготавливать эффективные и надежные калориферы. СКБ фирмы «М и М» (Москва) постоянно работает над совершенствованием конструкции калориферов и автоматики.