УДК 622.658

Ю.В. КИСЕЛЕВ, инж. (ИУ СО РАН)
В.Н. СЛИВНОЙ, к.т.н., доцент, (КузГТУ)
г. Кемерово

ЭФФЕКТИВНЫЙ И НАДЕЖНЫЙ КАЛОРИФЕР ДЛЯ ШАХТ

Одной из важнейших проблем большинства существующих шахт Кузбасса (да и других регионов) является неудовлетворительный подогрев и зимнее время подаваемого в шахту вентиляционного воздуха. Подогрев вентиляционного воздуха осуществляется с помощью калориферных установок (КУ) эти установки относятся к объектам первой категории (наряду с подъемами и главными вентиляторами), так как от них зависит жизнь работающих под землей людей.

При неудовлетворительной работе КУ весь объем подаваемого воздуха не подогревается до требуемой температуры, возникают ограничения в подаче свежего воздуха, либо полная остановка вентилятора главного проветривания, обмерзают ствол и элементы подъема, что неминуемо приводит к выводу рабочих из шахты, простоям, потерям добычи угля, скопленного метана и пр. Если каждый ствол по подъемным установкам и главная вентиляционная установка имеют 100% резерв, то на калориферной установке, как сезонно действующей, такой возможности не имеется.

Более того, любой сбой по отеплению шахтного ствола приводит одновременно к остановке как подъема, так вентилятора, что ставит под двойную угрозу безопасность работающих под землей людей.

К сожалению, в стране единственным калориферным заводом в Костроме выпускаются неэффективные, несовершенные калориферы, практически неработоспособные для работы от наружного воздуха с отрицательными температурами при расчетных соотношениях «вода-воздух». Они не выдерживают воздействия холодного воздуха и разрушаются при замерзании воды. Для обеспечения их работоспособности необходим значительный перерасход теплофикационной (циркулирующей) воды (в 3-5 раз), что далеко не всегда возможно по условиям работы котельной. Условиями незамерзаемости калорифера при полной загрузке КУ являются температура циркулирующей воды и скорость движения воды по трубкам.

Типичный 4-х,6-ти ходовой заводской калорифер имеет в ходу параллельное включение 12-15 трубок. При распределении расчетного количества теплофикационной воды по трубкам, скорость потока падает, так как уменьшается количество поступающей воды в каждую трубку.

Температуры воды, протекающей по трубкам, а также по глубине калорифера, со стороны набегающего потока последнего хода, снижается, Трубки из-за температурной недостаточности, обусловленной малой скоростью течения воды, перемерзают и разрушаются, выводя весь калорифер из строя.

На практике (особенно на шахтах) проблему решают увеличением расхода воды или уменьшением количества подаваемого в шахту воздуха со всеми вытекающими последствиями.

По общим энергозатратам КУ шахт потребляют до 50% их энергоресурсов. Кроме того, из-за большого перерасхода теплофикационной воды теплогенерирующие предприятия не справляются с подготовкой теплоносителя ни по параметрам (температура, перепады давлений), ни по физико-химическому составу, что в итоге приводит к преждевременному выходу из строя теплотрасс, катастрофическому забиванию наносными частицами (в основном продуктами коррозии) трубок калориферов, вызывая неоправданно частую замену. Все это приводит к срывам производства, снижает уровень безопасности и повышает затраты.

Для повышения надежности КУ применяют различные технические решения. В частности, к ним относятся, например, двухконтурная КУ, электрокалориферы и др. [1, 2]. Эти установки имеют свои преимущества и недостатки. Для объективной оценки необходим тщательный и всесторонний анализ и сопоставление их по технико-экономическим показателям. В дальнейшем предполагается проведение такого анализа. Тем не менее, представляется, что наиболее оптимальным решением задачи надежного и экономичного подогрева вентиляционного воздуха для шахт (и других крупных производственных объектов) является применение калорифера новой конструкции (КНК) [3].

Решение проблемы подготовки вентиляционного воздуха для шахт было найдено и реализовано на ряде шахт Кузбасса еще в 70-е год прошлого века (автор и разработчик Шушпанников В.А.), затем в 80-е годы через Кузбасский политехнический институт (при участии проф. Л.Л.Моисеева) успешно внедрено на пяти воздухоподающих стволах Норильских рудников [4]. Успех был достигнут за счет водяного калорифера новой конструкции (КНК), обеспечивающего стабильную и эффективную работу от наружного воздуха при расчетных соотношениях «вода-воздух» и значительно превосходящего по своим прочим потребительским качествам импортные аналоги.

Кардинальным отличием КНК от заводских калориферов является соединение теплообменных трубок последовательно, что соответственно увеличивает скорость течения расчетного количества воды и обеспечивает незамерзаемость (соответственно, неразрушаемость) калорифера при экстремальных наружных температурах. (Прототипы - шведский калорифер, теплообменники криогенной техники).

Повышение потребительских качеств новых калориферов в российских условиях было достигнуто установкой на межтрубных переходах ремонтных пробок для возможности периодической чистки внутренних полостей трубки от наносных продуктов коррозии и пр. Ремонтные пробки оснащаются предохранительными мембранами, защищающими трубки от разрушения при аварийных ситуациях (отключение подачи воды, авария котельной и т.д.)

Сравнительные испытания были проведены на стендовых установках, разработанных и смонтированных в Кузбасском технопарке, а также в

Институте угля СОРАН[4]. Установки состоят из двух параллельных агрегатов с разными калориферами: заводским и КНК, имеющих одинаковые характеристики (одинаковые поверхности нагрева, габаритные размеры и рядность, одинаковые аэродинамические сопротивления воздуха и идентичные вентиляторы и циркуляционные насосы, одинаковые температуры воздуха на входе) и подключенные к одной теплофикационной сети. В результате стендовых испытаний установлено, что скорость движения воды по трубкам у КНК выше в 4,5 раза, теплота, снятая с КНК больше в 1,59 раз, чем у заводского и коэффициент теплопередачи КНК соответственно больше в 2,3 раза. На калорифер получен сертификат соответствия № РОСС RU.МГ09.Н00008.

Применение КНК позволило разработать технологию подготовки вентиляционного воздуха для рудников «Норильского Никеля», обеспечивающую высокую эффективность, надежность работы шахтных стволов, и комфортность (температурную) примыкающих к ним надшахтных зданий, башенных копров.

Успешное апробирование КНК для отопления и вентиляции было также осуществлено в 90-х годах на анилинокрасочном заводе (г. Кемерово), на свинокомплексе «Юбилейный» (п. Плотниково), камвольно-суконном комбинате (г. Ленинск-Кузнецк), в институте Культуры, в пассажирском автотранспортном предприятии №1 (г. Кемерово) и т.д.

Показателями эффективности КНК являются.

1. Более высокий теплосъем (на 40% выше заводских) за счет противотока теплоносителей и большой скорости течения воды, соответственно, турбулизации потока;
2. Незамерзаемость в рабочем режиме даже при перегрузках за счет большой скорости движения воды.
3. Возможность восстановления качества (чистка трубок) при работе на «грязной» воде.
4. Неразрушаемость при перемерзании трубок в аварийных случаях за счет срабатывания предохранительных мембран на пробках для чистки.
5. Легкий монтаж и взаимозаменяемость при эксплуатации.
6. Меньшая потеря тепловой мощности установки при единичном выходе из строя одного калорифера (модуля) из всей сборки (между собой модули соединяются параллельно).
7. Сокращение расхода воды способствует повышению ее качества и снижения затрат электроэнергии на ее перекачку.
8. Уменьшение габаритов и металлоемкости установок.
9. Увеличение срока службы и сохранение стабильности параметров на весь срок службы.

Внедрение КНК позволило пересмотреть и решить ряд других сопутствующих проблем существующего теплотехнического хозяйства, таких как регулирование распределения теплоносителя в разветвленных и сложных сетях и объектах, комплексная автоматизация теплотехнических систем и др.

В настоящее время имеются все предпосылки для организации серийного производства калориферов КНК и широкого внедрения их в первую очередь на горных предприятиях и других объектах.

Литература

1.Назаревич В.В. Расчет и проектирование незамерзающих калориферных установок для приточных систем вентиляции. Методические указания для выполнения курсовой работы и раздела дипломной работы для студентов специальности 150402 «Горные машины и оборудование» Кемерово. ГУ КузГТУ.2010.С.62.

2.Вересов А.В.,Петрунин В.Б. Применение электрокалориферов в угольной промышленности//Уголь.- 2006. -№6. –С,37-38

3.Киселев Ю.Е., Гецман А.Е., Сливной В.Н. Водяной (паровой) калорифер новой конструкции, преимущества и опыт применения. Энергетика: Эффективность, надежность, безопасность: материалы трудов XIX Всероссийской научно-технической конференции/ Томский политехнический университет, 4-6 декабря 2013 –Томск: Изд-во ООО «Скан», 2013. Т. I. - с. 306-310.

4. Киселев Ю.Е., Тимошенко Н.Е. Совершенствование тепловых систем подготовки вентиляционного воздуха на рудниках // Управление газодинамическими явлениями в шахтах. Сб.научных трудов ИГД СО РАН. – 1986. – С.114-120.