УДК 622.4

Д.В. КАРНАУХОВ, студент гр. ТЭб-121(КузГТУ)
А.В. КИТАЕВ, студент гр. ТЭб-121(КузГТУ)
К.Ю. УШАКОВ, студент гр. ТЭб-121(КузГТУ)
Д. В. ЧЕРНОВ студент гр. ЭАб-121 (КузГТУ)
Научные руководители: В.Н. СЛИВНОЙ, к.т.н., доцент (КузГТУ),
Ю.Е. КИСЕЛЕВ, инженер (ИУ СО РАН)
г. Кемерово

СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КАЛОРИФЕРОВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ И КОНСТРУКЦИЙ (НАЛАДКА И ОТРАБОТКА МЕТОДИКИ)

Воздушное отопление производственных, складских и бытовых помещений является одним из наиболее эффективных и экономически выгодных вариантов устройства системы отопления, позволяющих поддерживать требуемую температуру в течение всего рабочего цикла. Особенно эффективно его использование для помещений большого объема, а для подземных горных предприятий это единственный способ достижения нормальных условий труда горняков, обеспечивающий подогрев вентиляционного воздуха при проветривании горных выработок.

Выпускаемые калориферы практически неработоспособны для работы от наружного воздуха с отрицательными температурами (при расчетных соотношениях «вода-воздух»). Они не выдерживают низких температур холодного воздуха и разрушаются при замерзании воды. Для обеспечения их работоспособности требуется перерасход теплофикационной (циркулирующей) воды в 3-5 раз, что не всегда возможно по условиям котельной.

Условиями незамерзаемости калорифера являются (при его полной загрузке) температура циркулирующей воды и достаточная скорость движения воды по трубкам.

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

Учитывая перепад (снижение) температуры воды, протекающей по трубкам, от начала хода к концу ходов и по глубине калорифера, со стороны набегающего потока последнего хода, трубки из-за температурной недостаточности и малой скорости течения перемерзают, разрушаются, выводя весь калорифер из строя. На практике (особенно на шахтах) находят выход из положения увеличением расхода воды или уменьшением количества подаваемого в шахту воздуха со всеми вытекающими последствиями.

Известно, что в себестоимости поставки тепла 30% составляют затраты электроэнергии на перекачку воды. По общим энергозатратам калориферные установки шахт потребляют до 50% энергоресурсов горных предприятий. Кроме того, имея огромный перерасход, 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.

В промышленности, сельском хозяйстве, больницах, школах и т.д. также перерасходуют теплофикационную воду и избегают перемерзания калориферов приточных установок, работая на рециркуляцию, чем откровенно ухудшают здоровье людей.

Для устранения этих недостатков предложен калорифер 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 (рис.1).

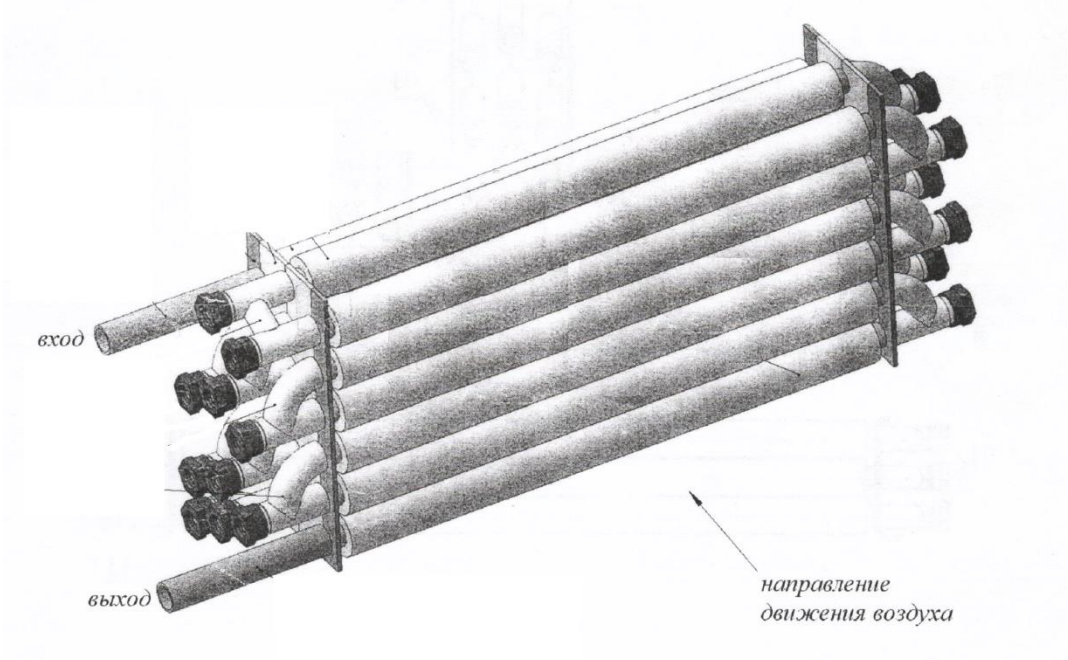

Рис.1. Калорифер новой конструкции
с последовательным соединением трубок

Кардинальным отличием КНК от заводских калориферов является соединение теплообменных трубок последовательно, в связи с чем возрастает скорость потока расчетного количества воды. Это обеспечивает неза-

мерзаемость (и неразрушаемость) калорифера при экстремальных наружных температурах. (аналоги – шведский калорифер, теплообменники криогенной техники).

Для всестороннего изучения работы КНК в различных режимах, определения его эффективности, в частности определения энергозатрат на прокачку теплоносителя, сопоставления с выпускаемыми калориферами при работе в идентичных условиях и др., на базе Института угля СО РАН был изготовлен стенд, предназначенный для сравнительных гидродинамических и теплотехнических исследований на модельных установках (агрегатах, аппаратах) теплообменников "вода - воздух", "пар - воздух" (водяных и паровых калориферов) различных типов.

Стенд состоит из двух вентиляторно-калориферных установок, оснащенных разного типа водными калориферами, в данном случае заводского типа (ВНВ – воздухонагреватель водяной), выпускаемого Костромским калориферным заводом, и калорифером новой конструкции (КНК), разработанным ООО НПП "Тепло" совместно с Институтом Угля.

Калориферы обеих установок имеют идентичные размеры, количество и тип теплообменных трубок, поверхность теплопередачи. Различие заключается в гидравлической обвязке теплообменных трубок. Заводской калорифер 4-х рядный, 4-х ходовой, в каждом ходу подключено параллельно по 12 трубок.

Блок калориферов новой конструкции состоит из 3-х модулей в каждом из которых подключено последовательно по 16 трубок, образующих 16-ти ходовой калорифер (по одной трубке в ходу). Все три модуля работают на общие входной и выходной коллекторы, имеющие подключение к теплофикационной сети (рис. 2).

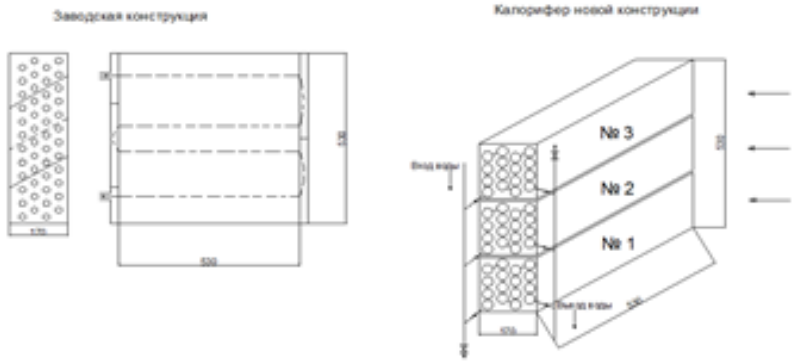

Рис. 2. Схемы сравниваемых калориферов

Гидравлическая схема имеет двойное питание по источнику теплофикационной воды: в период отопительного сезона стенд запитывается от городской сети; при отключении теплосети стенд может работать от собственного теплоисточника – электрокотла мощностью 24 кВт, а также бака

объемом 200 литров и погружного циркуляционного насоса по замкнутому контуру. Данная схема позволяет вести исследования круглогодично в широком диапазоне показателей.

В аэродинамическом плане каждый калорифер снабжен собственным вентилятором с идентичными параметрами. Забор воздуха организован снаружи. Выброс нагретого воздуха происходит в существующий воздуховод здания Института угля СО РАН.

В прямые линии внутренней обвязки обеих агрегатов врезаны расходомеры теплосчетчика "Взлет". В обратные линии по параллельной ветви врезаны подпиточные насосы (UPS - 25/80) с соответствующими параметрами и амперметрами для контроля потребляемой энергии на прокачку воды. Обратные линии перед врезкой в коллектор имеют регулирующие краны для пропорционального регулирования расхода воды через калориферы.

Контроль температуры на входе и выходе теплоносителей (вода, воздух) осуществляется измерителями-регуляторами микропроцессорными типа ТРМ-1. Теплосчетчик "Взлет" исполнение ТСРВ - 020 дублирует контроль температуры теплоносителей (вода, воздух), измеряет давление "воды" на входе и выходе калориферов, измеряет расход воды по сравниваемым системам (текущие значения) и производит расчет потребляемого тепла калориферами в среднечасовом и среднесуточном режиме (архивные данные). Все данные передаются на компьютер. По ним могут строиться соответствующие графики и диаграммы.

Электрическое питание вентиляторов осуществляется через частотный регулятор частоты вращения VFD 0004L21B. Расход воздуха (производительность вентиляторов) определяется термоанемометром ТТМ - 2 - 01. Дополнительные измерения давлений на входе и выходе калориферов осуществляется образцовыми манометрами МО модели 11202, которые имеют тарировку по U - образным уровневым манометрам в мм. вод. ст.

Разработана программа-методика проведения исследовательских работ на стенде, регламентирующая порядок и технологию исследований гидравлических, теплотехнических и аэродинамических параметров сравниваемых систем.

В рамках учебной практики летом 2014г. нами проводились исследования данного стенда в различных режимах под руководством разработчика стенда и автора самой идеи КНК Киселева Ю.Е.

Были проведены сравнительные исследования водяных калориферов заводской и новой конструкции. Для примера приведен график изменения скорости течения воды в зависимости от расхода (рис.3). В настоящее время ведется обработка и анализ полученных экспериментальных данных.

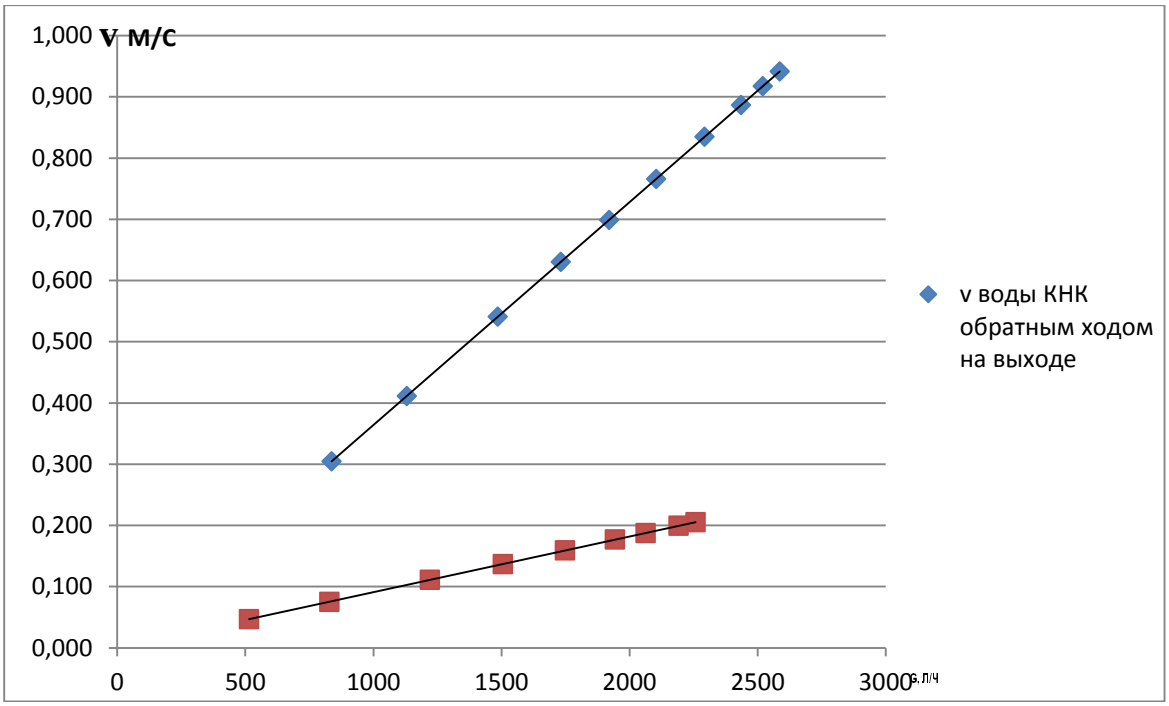

Рис. 3. Зависимость скорости течения воды от расхода в сравниваемых калориферах

Возможности стенда в оценке теплотехнических качеств далеко не исчерпаны. Необходимо продолжение исследований от более мощной городской теплофикационной сети в зимних условиях, где программа испытаний значительно расширится.

Калориферный стенд представляет интерес не только с научно-исследовательской и практической стороны, но может использоваться для проведения лабораторных работ при подготовке студентов-теплоэнергетиков. Следует отметить, что при выполнении исследований нами получены навыки наладки аппаратуры, тарировки приборов и т.д., что несомненно пригодится в дальнейшей работе.