

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ СТЕНД И МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ОПЫТНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Т. Н. Никулина

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь

Научный руководитель А. В. Овсянник

При проектировании изделий, предназначенных для нагрева или охлаждения воздуха выполняют теплотехнический расчет теплообменных аппаратов.

Наиболее трудной задачей является определение коэффициентов теплоотдачи к воздуху от стенки аппарата и от второй, участвующей в теплообмене среды, к той же стенке. Известно, что аналитическое решение теплоотдачи твердому телу для практических задач пока не найдено, поскольку не удается получить уравнения для распределения скоростей и температур в среде, омывающей твердое тело. Значительная часть сведений о процессах переноса теплоты получена экспериментально, а инженерные расчеты теплоотдачи в основном построены на экспериментальных сведениях. Аэродинамическое и гидравлическое сопротивление, протекающие через теплообменник сред, также рассчитывают по данным экспериментальных исследований.

Для получения требуемых при расчете зависимостей испытывают серию теплообменников в номинальных условиях. Применительно к трубчато-пластинчатым теплообменникам серию представляют аппараты с трубками одного диаметра и пластинами одной конфигурации, испытываемые на одном и том же тепло- или хладоносителе. На основании полученных данных разрабатывают таблицы, диаграммы, графики и т. п. для характеристик теплообменников при иных условиях работы: начальных температурах сред, скоростях тепло- или хладоносителя, давлении пара, концентрациях растворов. Как правило, диапазон представленных условий соответствует применяемому на практике. При этом точность таблиц и диаграмм обеспечивается тем, что диапазон скоростей воздуха и шагов ребер должны соответствовать исследованным при испытаниях. Преимущество экспериментального метода получения данных о теплопередаче и потерях давления сред в том, что можно получить эту информацию, не имея полного представления о механизмах протекающих процессов и затем уверенно ею пользоваться.

Однако результаты испытаний можно применять только к теплообменникам с такими же конструктивными элементами, что у испытанной серии. Испытания, их обработка, изготовление аппаратов для испытаний и самого испытательного оборудования трудоемки, дороги и требуют значительного времени.

Систематизация и анализ данных испытаний способствуют разработке аналитических и численных методов и разработке в дальнейшем на их основе более эффективных теплообменников: с более высокими коэффициентами теплоотдачи и сниженными потерями давления сред. А пока только эксперименты и эмпирические зависимости показывают, является ли теплообменный аппарат новой конструкции эффективнее предыдущих, и не указывают, что следует сделать, чтобы увеличить его эффективность.

Стенд предлагается использовать как для проведения квалификационных, приемочных, периодических испытаний теплообменников, проведения исследований влияния различных технологий изготовления теплообменника и материалов на теплотехнические свойства изделий.

Состав стенда включает в себя:

– аэродинамическую установку;

- водяной контур;
- воздушный контур;
- контур хладагента (холодильная машина).

Испытательный стенд (рис. 1) состоит из двух блоков, каждый блок разделен перегородкой. Блок 1 предназначен для испытания водяных воздухоохладителей и воздухонагревателей, блок 2 предназначен для испытания испарителей и конденсаторов.

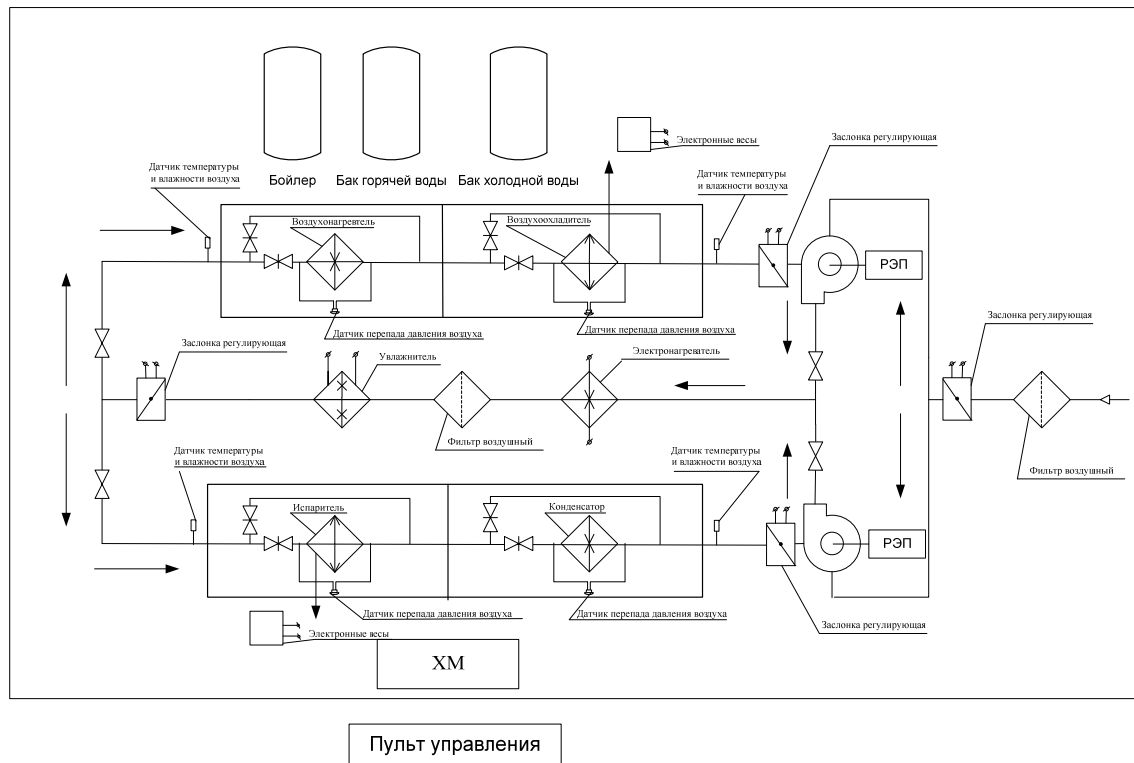


Рис. 1. Принципиальная схема испытательного стенда

Принцип действия установки следующий: воздух забирается с улицы и вентиляторами нагнетается в систему обработки воздуха, состоящую из электронагревателя, воздушного фильтра, увлажнителя. Расход воздуха регулируется заслонками. Далее подготовленный воздух поступает в блок 1 или блок 2, или одновременно в оба блока. В блоке 1 можно одновременно испытывать воздухонагреватель и воздухоохладитель, также существует возможность проведения испытаний отдельно (обеспечивается наличием байпаса в каждой камере).

Конструкция испытательного стенда обеспечивает измерение и регистрацию следующих параметров (табл. 1).

Объем выполняемых измерений для определения теплотехнических характеристик теплообменного оборудования

Параметр	Объем выполняемых измерений для определения		
	коэффициента теплопередачи	аэродинамического сопротивления	гидравлического сопротивления
Атмосферное давление воздуха, P_b , кПа	+	+	–
Температура воды на входе воздухонагревателя, t'_{w} , °С	+	+	–
Температура воды на входе и на выходе воздухонагревателя, t''_{w} , °С	+	–	–
Температура воздуха на входе воздухонагревателя, t'_{a} , °С	+	+	–
Температура воздуха на выходе воздухонагревателя, t''_{a} , °С	+	–	–
Разность давлений воздуха в расходомере, ΔP , кПа	+	+	–
Разность давлений воздуха на входе и выходе воздухонагревателя, ΔP_e , кПа	–	+	–
Разность давлений воды на входе и выходе воздухонагревателя, ΔP_w , кПа	–	–	+
Температура воды на входе воздухоохладителя, t'_{w} , °С	+	+	–
Температура воды на выходе воздухоохладителя, t''_{w} , °С	+	–	–
Температура воздуха на входе воздухоохладителя, t'_{a} , °С	+	+	–
Температура воздуха на выходе воздухоохладителя, t''_{a} , °С	+	–	–
Разность давлений воздуха на входе и выходе воздухоохладителя, ΔP_e , кПа	–	+	–
Разность давлений воды на входе и выходе воздухоохладителя, ΔP_w , кПа	–	–	+
Температура воздуха на входе испарителя, t_{e1_u} , °С	+	+	–
Температура воздуха на выходе испарителя, t_{e2_u} , °С	+	–	–
Температура кипения и конденсации хладагента, $t_{н}$, °С	+	+	–
Температура воздуха на входе и на выходе конденсатора	+	–	–
Температура всасывания паров хладагента, $t_{вс}$, °С	+	–	–
Температура хладагента перед дросселем, $t_{д}$, °С	+	–	–

Для обеспечения точности измерений было выбрано соответствующее оборудование с классом точности не ниже 0,5 (табл. 2). Все датчики и приборы имеют последовательный интерфейс типа RS-232 или RS-485, что позволяет использовать РС-совместимый промышленный контроллер для подключения устройств и передачи данных по протоколу Modbus и дальнейшей их обработки на компьютере.

Таблица 2

Перечень оборудования для испытательного стенда

Измеряемый параметр	Прибор
Перепад давлений	Датчик-реле избыточного давления или разности давлений для промышленности и лабораторных исследований
Расход воды	Электромагнитный расходомер СИМАГ 11
Расход воздуха	Расходомер Ирвис-К-300
Температура и влажность воздуха	Электронный цифровой термометр-психрометр
Температура	Интеллектуальный термометр термопары ZET7020 TermoTC-485
Избыточное и вакуумметрическое давление	Прецизионный цифровой манометр ДМ5002
Давление	Манометр цифровой МЦ–1,6
Масса конденсата	Электронные весы ViBRA CJ-820ER
Ток	Амперметр Omix P44-A-1-0,5-RS
Напряжение	Вольтметр ЦВ2101
Мощность тока	Ваттметр СР3010/2-232,485

Таким образом, испытательный стенд позволит проводить теплотехнические испытания теплообменного оборудования, а программное обеспечение – вести автоматическую регистрацию параметров с занесением измеренных и рассчитанных параметров в файл протокола измерений; одновременный расчет влагосъема, холодо- и теплопроизводительности; отображение в процессе измерений графика измеряемых величин в реальном времени.