

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ПОДБОР АППАРАТОВ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

А.Б. Сухоцкий

Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь

Аппараты воздушного охлаждения нашли широкое применение в нефтегазовой и химической промышленности для охлаждения больших потоков (от 10 т/ч и более) технологических сред. Особая область применения АВО это охлаждение природного газа на компрессорных станциях магистральных газопроводов. Ошибка в выборе компоновки АВО может привести к существенному нарушению технологического процесса и значительным экономическим издержкам.

АВО вынесены в отдельную группу газожидкостных теплообменников из-за больших конструктивных и режимных параметров: длина труб достигает 12 м, коэффициент оребрения трубы достигает 22, площадь поверхности теплообмена до 10000 м², количество поперечных рядов труб более восьми, скорость воздуха в сжатом сечении пучка порядка 5–11 м/с. Между поперечными рядами труб по глубине пучка могут быть разрывы, а для предотвращения прогиба труб между поперечными рядами устанавливают дистанционные прокладки. Все эти особенности оказывают влияние на теплоотдачу по воздушной стороне и аэродинамическое сопротивление, что учитывается введением поправочных коэффициентов.

Расчет АВО при сравнении с расчетом других теплообменных аппаратов отличается характерными трудностями и особенностями [1–3]. Трудность расчета АВО заключается в сложной взаимосвязи теплофизических параметров теплообменных сред и геометрических параметров теплообменного аппарата, а также в необходимости создания множества библиотек теплофизических и конструктивных исходных данных. Особенностью расчета является согласование рабочих параметров АВО [4; 5] с нелинейными рабочими характеристиками изначально заданного устройства перемещения охлаждающей среды (вентилятора).

Специалистами кафедры энергосбережения, гидравлики и теплотехники УО «Белорусский государственный технологический университет» создана программа для выбора аппаратов воздушного охлаждения из имеющегося номенклатурного ряда выпускаемых АВО и оптимизации конструкции АВО на основе теплового и гидравлического расчета.

Программа может осуществлять расчет АВО для охлаждения потоков сред имеющихся в библиотеке (дизельное топливо, бензин, природный газ, мазут, трансформаторное масло и др.), а также для других сред с известными теплофизическими характеристиками. При этом возможны следующие

щие варианты процесса охлаждения потока: однофазная среда (газ или жидкость), двухфазная среда (смесь жидкости и газа), с фазовым переходом (охлаждение газа с конденсацией (полной или частичной), а затем охлаждение жидкости или смеси жидкости и газа.)

Методики расчета тепловых и гидравлических параметров АВО основаны на российских нормах, приведенных в нормативно-технических документах [6] с принципиальными дополнениями и уточнениями [1–3]. Корректность задания параметров, а также выполнения условий применимости методик теплового и гидравлического расчетов проверяется программой на этапе ввода – в случае обнаружения проблемы выдается соответствующее диагностическое сообщение.

Программа позволяет оптимизировать компоновочные параметры теплообменного пучка. Для этого имеются функции «Частный расчет» и «Обобщенный расчет», которые задаются пользователем. Особенность функции «Частный расчет» заключается в том, что здесь применяются уравнения подобия для теплоотдачи и сопротивления по воздушной стороне для конкретного типа поверхности теплообмена с ее геометрическими и компоновочными параметрами. Данные уравнения получены на основании целевых продувок пучков в аэродинамической трубе и погрешность расчета по ним приведенного коэффициента теплоотдачи и перепада давления воздуха не превышает $\pm 5\%$. Диапазоны характеристик оребрения, для которых получены критериальные уравнения, заложены в библиотеку компоновочных параметров пучка. В случае если параметры пучка не соответствуют заданным диапазонам, программа автоматически включает функцию «Обобщенный расчет».

Функция «Обобщенный расчет» позволяет выполнять расчеты теплоаэродинамических характеристик пучка в широком диапазоне геометрических и компоновочных параметров, но на основе уравнений, имеющих погрешностью до 20%. Особенностью функции «Обобщенный расчет» является задание исходных данных взаимовлияющих параметров (шаг и диаметр оребрения, число труб в каждом ряду, шаги разбивки пучка, площадь фронтального сечения и др.) теплообменного аппарата в едином многооконном диалоге. Определение компоновочных параметров пучка (количество и расположение труб, коэффициент загромождения, коэффициент оребрения) во многом автоматизировано.

Расчет АВО, выполняемые на программе, могут быть двух типов:

- поверочный – пользователь проверяет реализацию тепловых нагрузок АВО, выбранного из имеющегося номенклатурного ряда выпускаемых аппаратов;
- конструкторский – пользователь проектирует конструкцию АВО под определенные тепловые режимы.

Особенностью программы является форма представления результата: пользователь получает полный протокол расчета, включая промежуточные параметры и ссылки на примененные методики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы расчета и проектирования теплообменников воздушного охлаждения: справочник / под общ. ред. В.Б. Кунтыша, А.Н. Бессонного. – СПб. – Недра, 1996. – 512 с.
2. Примеры расчетов нестандартизированных эффективных теплообменников / под ред. В.Б. Кунтыша, А.Н. Бессонного. – СПб.: Недра, 2000. – 300 с.
3. Кунтыш, В.Б. Тепловой и гидравлический расчет теплообменников воздушного охлаждения / В.Б. Кунтыш, Н.М. Кузнецов – СПб.: Энергоатомиздат, 1992. – 280 с.
4. Стандартизованные аппараты общего назначения: каталог. – М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1973. – 24 с.
5. Аппараты воздушного охлаждения: каталог / А. Н. Бессонный [и др.] – М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1992. – 17 с.
6. Методика теплового и аэродинамического расчета аппаратов воздушного охлаждения. – М.: ВНИИнефтемаш, 1981. – 101 с.