

ПОДХОД К РАСЧЕТУ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РАБОЧИХ ВЕЩЕСТВ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН

В.В. Алещенко, В.Ю. Бурмака

Как известно, уравнение Клапейрона-Менделеева справедливо только для идеальных газов. В холодильной и компрессорной технике его применение весьма ограничено. Для реальных газов и паров требуется учитывать их сжимаемость. Существуют вириальные уравнения состояния, позволяющие рассчитать термические и калорические параметры реальных газов и паров: Битти-Бриджмена, Клецкого, Вукаловича, Боголюбова-Майера и др. Эти уравнения громоздки, не всегда можно найти для необходимых веществ эмпирические коэффициенты. С другой стороны, эти уравнения являются неявными, т.е. решать их приходится исключительно численными методами, которые существенно замедляют процесс вычисления. Кроме этого, данные уравнения обладают большой погрешностью вблизи кривой фазового перехода пар-жидкость. Возможность решения уравнения состояния предоставляет возможность рассчитать все термодинамические и теплофизические свойства рабочего вещества. Точность определения этих свойств обуславливает точность характеристик эффективности термодинамических циклов компрессорных и холодильных машин.

В инженерной практике обычно применяются графические диаграммы или специальные таблицы термодинамических свойств веществ для различных агрегатных состояний. В настоящее время уже имеется ряд программных продуктов, позволяющих выполнить оцифровку диаграмм и перевести их к табличному виду.

Эмпирические данные о свойствах веществ имеют погрешность (более 1%). Поэтому данные о свойствах веществ в табличном виде можно организовать в виде базы данных, где аргументы (температура, давление, удельный объем, концентрация и т.п.) заданы с определенным шагом. Для расчета свойств на кривых фазового перехода (таблица с одним входом) можно использовать линейную или сплайн-интерполяцию. Для расчета теплофизических и термодинамических свойств веществ в области твердой фазы, жидкости или перегретого пара (таблицы с двумя входами) вполне подойдут формулы для кусочно-плоскостной интерполяции. При этом погрешность интерполяции не превышает погрешности опытных данных. Для большинства веществ, обладающих $z_{кр}=0,26-0,28$, известна обобщенная графическая зависимость для коэффициента сжимаемости.

Поскольку формулы для интерполяции просты, современные базы данных с архитектурой «клиент-сервер» работают быстро за счет применения в них механизмов индексирования и кэширования, расчет параметров рабочих веществ выполняется как минимум на порядок быстрее по сравнению с вышеупомянутыми вириальными уравнениями.