

Теплофизические свойства воды и пара

Нестеренко Ю.В. (ТП-06)*

Донецкий национальный технический университет

В любых приборах, инженерных системах и др., служащих для передачи, распределения тепла используется теплоноситель, например: системы отопления зданий, тепловой пункт, котельная и др. Теплоносителями могут быть вода и пар. Для осуществления тепловых расчетов необходимы значения термодинамических свойств, которые изменяются и зависят друг от друга.

Многолетнее международное сотрудничество в области исследования свойств воды и водяного пара, позволило разработать и внедрить международные нормативные материалы, содержащие уравнения для описания различных свойств. Были составлены и опубликованы подробные таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара. Немецкий теплофизик Рихард Молье разработал специальную диаграмму для упрощения и облегчения решений практических задач по теплотехнике. С развитием современной электронно-вычислительной техники и появлением доступных компьютеров, большое распространение получили h, s -диаграммы в электронном виде. После ввода имеющихся данных, нажатием клавиши «Расчёт» вызывается необходимая информация при условии соблюдения введённых параметров. Но использование этих данных в программировании и моделировании различных процессов затруднено, т.к. табличные значения требуют интерполяции, диаграмма также требует непосредственного обращения к ней, а электронные калькуляторы каждый раз требуют ввода данных. Выходом из этой ситуации является использование расчетных формул. Международной ассоциацией по свойствам воды и водяного пара IAPWS предложены формулы для расчета, но они очень громоздки и сложны.

Существуют более простые формулы для вычисления теплофизических свойств воды и пара, которые использовал Кремлевский П.П. в своей книге «Расходомеры и счетчики количества вещества», взятые из МИ 2412-97 и МИ 2451-98. Например энтальпию h воды определяют по формуле:

$$h = 7809.096\tau - 13868.72 + \frac{12725.22}{\tau} - \frac{6370.893}{\tau^2} + \frac{1595.86}{\tau^3} - \frac{159.9064}{\tau^4} + \pi \left(\frac{9.488789}{\tau} \right) + \pi^2 \left(-148.1135\tau + 224.3027 - \frac{111.4602}{\tau} + \frac{18.15823}{\tau^2} \right)$$

где h - энтальпия воды, кДж/кг, τ - приведенная температура воды, равная $\tau = (t + 273.15) / 647.14$; t - температура воды, °С; π - приведенное абсолютное давление, равное $\pi = P / 22.064$; P - абсолютное давление, МПа.

Среднеквадратическая оценка относительной погрешности уравнения δ не выходит за пределы: $\pm 0,07$.

* Руководитель – к.т.н., доцент кафедры ПТ Пяташкин Г.Г.