

РАСЧЁТ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГАЗОВ ПРИ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК.

Мисбахов Р.Ш., Ныров А.Н

Научные руководители – д.т.н., профессор Гортышов Ю.Ф.,
к.т.н., доцент Гуреев В.М, к.т.н., доцент Мац Э.Б.

Казанский государственный технический университет.

В работе представлены результаты алгоритмизации вопросов, связанных с расчётом термодинамических функций при моделировании газодинамических процессов энергетических установок. До начала 70-х годов такие расчёты проводились, в основном, с помощью газодинамических функций, таких как $Q(\lambda)$, $\pi(\lambda)$, $\tau(\lambda)$ и т.д. Они базировались на допущении независимости величины показателя адиабаты от температуры и давления газа.

С развитием компьютеризации появилась возможность более детального описания указанных процессов. Для этого основные расчётные уравнения (уравнение энергии, адиабаты и т. д.) стали записывать как функции энтальпии, эн-

тропии, функции $s_0 = \int \frac{C_p dT}{T}$, теплоёмкости C_p . Значения всех этих термодинамических функций при умеренных давлениях (до 2,5 – 3,5 Мпа) и температурах, удалённых от критической, с достаточной степенью точности можно считать зависящими только от температуры и легко аппроксимируются с помощью полиномов.

Указанные выше условия выполняются при расчёте современных газотурбинных двигателей. Однако, в паросиловых, комбинированных парогазотурбинных установках, в установках по сжижению газов используются процессы с высокими давлениями, при описании которых нельзя исключать влияние давления на величину термодинамических функций. Для учёта этого фактора в работе приводятся алгоритмы расчёта поправок к термодинамическим функциям с использованием таблиц

$v = F(T, p)$ – зависимостей удельного объёма от температуры и давления. Эти таблицы особым образом аппроксимируются и затем по известным термодинамическим зависимостям:

$$H(T, p) = H_0(T) + \int_{p_0}^p \left[v - T \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p \right] dp;$$

$$C_p(T, p) = C_{p_0}(T) - T \int_{p_0}^p \left(\frac{\partial^2 v}{\partial T^2} \right)_p dp;$$

$$s = s_0 - \int_{p_0}^p \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p dp + \int_{T_0}^T \frac{C_p}{T} dT.$$

рассчитываются добавки к требуемым функциям, которые, в свою очередь, аппроксимируются и используются в дальнейших расчётах.

Вся эта система преобразований реализована и апробирована в программном комплексе «Поток», который позволяет проводить термогазодинамические расчёты энергетических и вакуумных установок различных конструктивных схем.