

РАЗРАБОТКА УРАВНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ R218 ДЛЯ ШИРОКОГО ИНТЕРВАЛА ДАВЛЕНИЙ И ТЕМПЕРАТУР, ВКЛЮЧАЯ КРИТИЧЕСКУЮ ОБЛАСТЬ

Рыков В.А.¹, Рыкова И.В.¹, Устюжанин Е.Е.^{2*},
Григорьев Б.А.², Реутов Б.Ф.²

¹ГАХПТ, Москва, ²МЭИ, Москва
*ustmei@itf.mpei.ac.ru

Отобраны работы, посвященные экспериментальному исследованию равновесных свойств R218. Составлен массив разнородных данных, среди них значения (а) плотности в однофазной области, (б) плотности пара и жидкости и давления на линии насыщения, (в) теплоемкости в жидкости.

Методическая часть работы была связана с выбором формы единого уравнения состояния (УС), а также отбором физических условий, которые следует использовать при формировании УС и поиске его коэффициентов. Эти условия были сформулированы в соответствии с термодинамическими равенствами, которые выражают термодинамические свойства (свободная энергия $F(\rho, T)$, давление P , изохорная теплоемкость C_v , изотермическая сжимаемость K_t и т.п.) и их производные через степенные законы масштабной теории (МТ) (Вегнер, 1991 г., Анисимов М. и др., 1990 г.) в критической области.

В итоге в качестве формы выбрана свободная энергия Гельмгольца, имеющая регулярную и нерегулярную составляющие

$$F(\rho, T) = F_0(T) + RT \ln \rho + RT \omega \sum c_{ij} \tau_1^j (\Delta \rho)^i + RT_c f(\omega) \sum u_{ij} f_{ij}(t) |\Delta \rho|^{(2-\alpha+\Delta_i)/\beta} a_i(x), \quad (1)$$

где $F_0(T)$ — идеальноегазовая часть, $t = T/T_c$, $\tau = t - 1$, $\tau_1 = 1/t - 1$, $\omega = \rho/\rho_c$, $\Delta \rho = \rho/\rho_c - 1$ — относительные температура и плотность, $\{a_i(x)\}$ — масштабные функции, β , α и (Δ_i) — критические показатели, $x = \tau |\Delta \rho|^{-\beta}$ — масштабная переменная, $f(\omega)$ and $f_{ij}(t)$ — сглаживающие функции, (c_{ij}) и (u_{ij}) — регулируемые коэффициенты, которые определяются статистической обработкой исходных данных.

Модель (1) составлена таким образом, что содержит компоненты, которые отражают эффекты асимметрии и флуктуации, а также асимптотические поправки в соответствии с МТ [1]. Минимизируемый функционал, сформированный для вычисления (c_{ij}) и (u_{ij}) включает невязки по разнородным свойствам: P , V , T — данным и теплоемкости C_v .

Анализ полученного УС (1) позволяет сделать вывод о том, что это УС удовлетворительно согласуется с исходными данными и может быть рекомендовано для расчета термодинамических свойств R218 в однофазной области и на линии фазового равновесия.

Работа выполнена при поддержке РФФИ.

1. Рыков В.А., Реутов Б.Ф., Устюжанин Е.Е. // Thessalonici, Greece, 24–28 September, 2001. V.2. P.1279–1285.