

УДК 62 – 714:532.13:536.23.001

¹А.А. Вассерман, доктор техн. наук; ²А.С. Бойчук, аспирант

Одесский национальный морской университет, ул. Мечникова, 34, г. Одесса, Украина, 65029

e-mail: ¹avas@paco.net; ²boychart@i.uaORCID: ¹http://orcid.org/0000-0001-8147-8417; ²http://orcid.org/0000-0003-2783-7129**ВЯЗКОСТЬ И ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ СМЕСИ ХЛАДАГЕНТОВ R32/R125**

Составлены уравнения, описывающие экспериментальные данные о вязкости и теплопроводности бинарной смеси альтернативных хладагентов R32/R125. Уравнения отображают зависимость вязкости и теплопроводности этой смеси от температуры, плотности и состава. Они позволяют рассчитывать вязкость в интервале температур от 222 до 423 К при давлении до 7,7 МПа и теплопроводность в интервале от 213 до 405 К — до 30 МПа. Средние квадратические и максимальные отклонения опытных данных от рассчитанных равны 2,3 и 5,8 % для вязкости; 2,4 и –4,9 % — для теплопроводности.

Ключевые слова: Хладагент. Бинарная смесь R32/R125. Вязкость. Теплопроводность. Уравнения.

1. ВВЕДЕНИЕ

Для расширения диапазона температур охлаждения, которые обеспечиваются современной холодильной техникой, можно применять не только чистые фреоны, но и их смеси. Перспективными в этом отношении являются смеси, составленные на базе широко распространенных фреонов, в частности смесь R32/R125. Эта смесь малотоксична, невзрывоопасна, а также неагрессивна по отношению к конструкционным материалам. Она обладает благоприятными теплофизическими свойствами и не разрушает слой озона, так как не содержит хлора.

Для расчёта холодильных установок, работающих на смесях хладагентов, необходимо располагать надёжными сведениями об их теплофизических свойствах в широкой области параметров. Для гидравлических и тепловых расчётов теплообменной аппаратуры весьма важными являются данные о вязкости и теплопроводности. В настоящей работе составлены уравнения, описывающие экспериментальные данные об указанных свойствах бинарной смеси R32/R125.

2. ВЯЗКОСТЬ СМЕСИ R32/R125

Вязкость смеси альтернативных хладагентов R32/R125 экспериментально исследована в области параметров, которая представляет интерес для холодильной техники. В табл. 1 представлены ссылки на литературные источники, количество опытных данных, их интервалы по температуре и давлению, а также мольная доля R32 в смеси. Для сокращения размеров таблицы во втором столбце указан только первый из авторов публикации.

При составлении уравнений для вяз-

кости смеси R32/R125 первоначально был использован метод С.А. Улыбина [4], согласно которому вязкость смеси равняется сумме вязкостей компонентов, умноженных на их мольную долю:

$$\eta_{\text{mix}} = x_1 \eta_1 + x_2 \eta_2, \quad (1)$$

где η_{mix} — вязкость смеси; η_1 и η_2 — вязкости компонентов R32 и R125; x_1 и x_2 — мольные доли компонентов.

Однако отклонения опытных данных от рассчитанных по уравнению (1) превысили погрешность эксперимента. Поэтому нами было модифицировано это уравнение путём включения дополнительных членов. В итоге расчёт вязкости смеси R32/R125 проводился по уравнению:

$$\eta_{\text{mix}} = x_1 \eta_1 (1 + a_{11} \rho_1 + a_{12} \rho_1^2 x_1 \eta_1) + x_2 \eta_2 (1 + a_{21} \rho_2 + a_{22} \rho_2^2 x_2 \eta_2), \quad (2)$$

где ρ_1 и ρ_2 — плотности R32 и R125.

Коэффициенты a_{ij} уравнения (2) приведены в табл. 2.

Таблица 1. Экспериментальные данные о вязкости смеси R32/R125

Год	Автор и источник	Число точек	Интервалы параметров		Мольная доля R32 в смеси
			T, К	p, МПа	
1999	Набизаде [1]	51	221,65...397,39	0,101...3,10	0,6976
2000	Геллер [2]	24	253,13...353,15	0,101...13,2	0,6976
2001	Йокояма [3]	357	298,15...423,15	0,101...7,72	0,2502; 0,5002; 0,7525