

ЗВ'ЯЗОК МІЖ ТИСКОМ І ТЕМПЕРАТУРОЮ ДЛЯ ХЛАДОНІВ

Сінат-Радченко Д.Є.,
Василенко С.М., Українець А.І.
Національний університет
харчових технологій
Сінат-Радченко П.Д.
ТОВ "Астра"

Як холодильні агенти (робочі речовини холодильних машин) широко використовують хладони — аліфатичні фторвмісні вуглеводні, а також суміші хладонів. Торгова марка хладону складається із фірмової назви, літери R і індивідуального цифрового позначення. Хладон повинен забезпечувати низьку температуру кипіння у випарнику за тиску не нижчому, ніж барометричний і прийнятний тиск конденсації (звичайно до 2 МПа).

Зв'язок між абсолютним тиском p , кПа і температурою t , °C або T , K визначається експериментально і представляється у формі таблиці. Відносна похибка визначення залежності $p = f(t)$ за сприятливих лабораторних умов становить близько $\delta p = 0,1\%$. Для апроксимацій таких залежностей запропоновано багато різних рівнянь різної складності і з різним числом індивідуальних коефіцієнтів. Наприклад, експериментальні дані для хладону R 22 були описані їх авторами рівнянням виду

$$\ln p = aT^4 - bT^3 + cT^2 - dT - e/T + f$$

Коефіцієнти рівняння підбирались методом послідовних наближень за дослідними даними, які мали п'ять значущих цифр, $\delta p = 0,11\%$.

Фірми, які поставляють хладони, наводять дані по тиску з числом значущих цифр від чотирьох до двох. Тому використання складних рівнянь для опису залежностей $p = f(t)$ недоцільне.

Аналіз експериментальних даних для близько двадцяти різних хладонів показав, що в найчастіше використовуюваному інтервалі температур — 40 ... 60 °C рівняння з трьома індивідуальними коефіцієнтами

$$p = \exp(a/T^2 + b/T + c)$$

забезпечує граничні відносні похибки $\delta p = 0,25 \dots 0,50\%$, що достатньо для проведення інженерних розрахунків.

При зворотному переході, тобто знаходження залежності $t = f(p)$ формулу доцільно представити у вигляді

$$T = d / (\sqrt{e - \ln p - f})$$

Для хладонів R 12, R 22, R 134 a, R 401 A (міра сухості вологості насиченої пари $x = 0$), R 401 A ($x = 1$), R 401 B ($x = 0$), R 401 B ($x = 1$), R 402 A ($x = 0$), R 402 A ($x = 1$), R 402 B ($x = 0$), R 402 B ($x = 1$), R 404 A ($x = 0$), R 404 A ($x = 1$), R 406 a, R 407 C ($x = 0$), R 407 C ($x = 1$), R 408 A ($x = 0$), R 408 A ($x = 1$), R 409 A ($x = 0$), R 409 A ($x = 1$), R 410 A, R 500, R 502, R 507 A нами визначено індивідуальні коефіцієнти a, b, c, d, e, f та δp .

Наприклад, для хладону R 22 $a = 65275,5$; $b = 1967,86$; $c = 14,2868$; $d = 255,491$; $e = 29,1181$; $f = 3,85114$; $\delta p = 0,3\%$.

Коефіцієнти d, e, f розраховуються за значеннями коефіцієнтів a, b, c .

У неазиатронних сумішей (цифровий ряд 400) в процесі кипіння першим починає випаровуватись більш леткий компонент, і в стані термодинамічної рівноваги пара містить більше цього леткого компонента, ніж рідина. В координатах ентальпія — логарифм тиску ізотерми в зоні між кривими початку кипіння ($x = 0$) і початку конденсації ($x = 1$) не горизонтальні, не паралельні між собою і не збігаються з ізобарами, як це має місце для чистих речовин. За однакової температури тиск p' на лінії $x = 0$ вищий тиск p'' на лінії $x = 1$ на величину $\Delta p = p' - p''$. Тиск вологої насиченої пари $p_x = p' - x\Delta p = p'' + (1 - x)\Delta p$.

Наприклад, для хладону R 401 В при 0°C $p' = 387, p'' = 329, \Delta p = 58$ кПа, а тиск вологої насиченої пари з $x = 0,3$ $p_x = 387 - 0,3 \cdot 58 = 369,6$ кПа.