

УДК 532+541.11

## МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОЗОНОБЕЗПЕЧНИХ ВОГНЕГАСНИХ РЕЧОВИН

*Умеренкова К.Р., к.т.н, доцент,  
Борисенко В.Г., к.ф.-м.н, доцент,  
Горнескуль М.М.*

*Національний університет цивільного захисту України*

У «Віденській конвенції» [1] про охорону озонowego шару зазначається, що у всесвітньому масштабі викиди деяких озоноруйнівних речовин можуть значно виснажити або іншим чином змінити озонний шар, що загрожує несприятливими наслідками для здоров'я людей і навколишнього середовища, а також згубними впливами на клімат. У зв'язку з цим актуальним є знаходження шляхів вирішення проблеми збереження, а наскільки можна і відновлення, життєво важливого озонowego шару. Один із запропонованих способів вирішення даного завдання полягає у заміні озоноруйнівних вогнегасних речовин (114В2, 13В1 та склади типу «3,5») на озонобезпечні, які використовуються при виробництві нових та модернізації існуючих автоматичних установок пожежогасіння на особливо важливих об'єктах. Наприклад, пропонується застосовувати такі вогнегасні речовини та їх суміші: вуглекислота; азот; аргон; гелій, суміші інертних газів; (склади типу «Аргоніт» (IG-550, [50 % N<sub>2</sub> + 50 % Ar]; «Інерген» (IG-541, [52 % N<sub>2</sub> + 40 % Ar + 8 % CO<sub>2</sub>])). Для такої заміни озонобезпечних хладонів на озонобезпечні вогнегасні речовини будуть потрібні різні зміни та вдосконалення в конструкціях вже існуючих систем пожежогасіння.

Важливим етапом у розрахунках при проектуванні автоматичних установок газового пожежогасіння (АУГП) є інформація про теплофізичні властивості робочих рідин, газів або двофазних багатокомпонентних сумішей. Також такі дані необхідні і для проведення наукових та практичних досліджень при створенні нових, прогресивніших вогнегасних складів. У роботі наведено методику, яка дає можливість визначення фазових рівноваг та термодинамічних властивостей речовин для діапазону температур та тисків, важливих у технічному відношенні. Ця методика ґрунтується на оригінальній статистико-механічній схемі – модифікованій термодинамічній теорії збурень.

Математична модель фазових рівноваг рідкої ( $L$ ) та парової ( $V$ ) фаз гетерогенної системи формалізована у вигляді системи рівнянь. Ці рівняння описують для співіснуючих фаз суміші рівність тисків  $p_m$  і хімічних потенціалів компонентів суміші  $\mu_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ):

$$\begin{cases} p_m(v_m^L, T, \{x_i^L\}) - p = 0; \\ p_m(v_m^V, T, \{x_i^V\}) - p = 0; \\ \mu_1(v_m^L, T, \{x_i^L\}) - \mu_1(v_m^V, T, \{x_i^V\}) = 0; \\ \dots \\ \mu_n(v_m^L, T, \{x_i^L\}) - \mu_n(v_m^V, T, \{x_i^V\}) = 0. \end{cases} \quad (1)$$

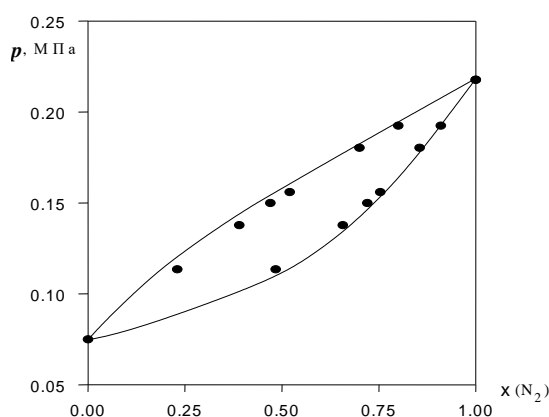
Початковим етапом розрахунків фазових рівноваг  $n$ -компонентної суміші (при заданих значеннях тиску  $p$  і температури  $T$ ) є визначення густини  $\rho = N_A/v_m$  (або молярного об'єму  $v_m$ ) суміші. У роботі вирішено завдання розрахункового визначення густини вогнегасних складів та виконано порівняння результатів розрахунку з експериментальними даними [2, 3], наведені в табл. 1.

**Табл. 1. Порівняння експериментальних та розрахункових значень густини газових вогнегасних складів ( $p=0,1013$  МПа,  $T=293$  К)**

| Склад            | Густина (кг/м <sup>3</sup> ) |            |
|------------------|------------------------------|------------|
|                  | Експеримент [3]              | Розрахунок |
| CO <sub>2</sub>  | 1,84                         | 1,8032     |
| N <sub>2</sub>   | 1,17                         | 1,1477     |
| Ar               | 1,662                        | 1,6371     |
| «Аргоніт» IG-550 | 1,41                         | 1,3950     |
| «Інерген» IG-541 | 1,42                         | 1,3984     |

Порівняння розрахованих за запропонованою методикою значень густини ГОС з дослідними даними [2, 3] показує добре погодження результатів розрахунку та експерименту. Це дозволяє зробити висновок про можливість застосування методики: для обчислення густини та розрахункової маси ГОС, яка повинна зберігатися у проектованих АУГП; для проведення досліджень при розробці нових сучасних ГОС.

Запропонована методика обчислення параметрів фазових діаграм для вогнегасних сумішей, що складаються з декількох компонентів, застосована для озонобезпечного вогнегасного складу «Аргоніт» для якого у літературі є експериментальні дані фазової рівноваги рідина–пара (суміші азот–аргон). Порівняння їх з розрахунками за запропонованою методикою наведено на рис.1 для діапазону тисків  $0,2178$  МПа  $> P > 0,07498$  МПа та за температури  $T = 84,5$  К.



**Рис. 1. Діаграма фазової рівноваги рідина–пара суміші азот–аргон («Аргоніт») за температури  $T=84,5$  К; • – експеримент [2].**

#### ЛІТЕРАТУРА

1. The Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer. URL: <https://ozone.unep.org/treaties/vienna-convention?q=ru/treaties/venskaya-konvenciya>.
2. Jin Zhangli, Liu Kunyuan, and Sheng Wangwang, Vapor-liquid equilibrium in binary and ternary mixtures of nitrogen, argon, and methane, *J. Chem. Eng. Data*. 1993. 38. 3. P. 353–355. URL: <https://doi.org/10.1021/je00011a004>.
3. Котлов А.Г., Андрейченко П.А. Газовые огнетушащие составы. *Практическое пособие по применению*. Киев: ООО «НПФ «Бранд мастер», 2004. 216 с.