

Аналіз аварійних ситуацій на прикладі аміачних охолоджувальних систем

Проблеми продовольчої та техногенної безпеки

Продовжуємо публікацію статті, у якій наведені сучасні методичні основи розв'язання питань декларування безпеки аміачних промислових холодильних систем. У другій частині цієї статті (початок див. «Холод», 2007, № 3) висвітлено питання прогнозування наслідків аварій на аміачних холодильних установках та виділено суперечності чинних нормативних документів, розв'язання яких потребує додаткових науково-технічних досліджень

Тепломасообмінні аспекти формування наслідків аварій

Прогнозування наслідків аварій на холодильних установках взагалі, й аміачних зокрема, розроблення запобіжних заходів та проектування технічних засобів для мінімізації збитків від аварії – дещо інше, хоч і тісно пов'язане з попереднім (див. «Холод» № 3'2007, с. 16), науково-технічне завдання. Його наукове та нормативне забезпечення ще далеко не відповідає сучасним вимогам, зокрема не всі аспекти проблеми формування наслідків аварії можуть бути сформульовані єдиною мовою, мовою ймовірного аналізу.

Різного роду ураження людей, каліцтво, смерть, матеріальні, фінансові збитки внаслідок аварії аміачної холодильної установки виникають під час вибуху з руйнуванням установки, приміщень, виникненням по-

жежі в приміщеннях, що може супроводжуватись спалахом з тепловим випромінюванням, надлишковим тиском та ударною хвилею. Нарешті, є велика ймовірність хімічного ураження живого, коли утворена аміако-повітряна хмара (аерозольної чи просто газової суміші) переміщується в просторі. Але усім цим подіям передують процеси випаровування аміаку, розлитого під час аварії, утворення його суміші з повітрям, ймовірне виникнення умов запалення аміако-повітряної суміші чи її поширення за межі території розлиття аміаку. Треба відзначити, що процеси випаровування рідин, розлитих на ті чи інші поверхні (підкладки), – сьогодні далеко не вивчені явища. Щодо аміаку, що характеризується високим значенням теплоти випаровування та суттєво захоплюється під час випаровування (над поверхнею розлитого рідини утворюється туман, виникає враження, що аміак важчий за повітря [1]), даних же про кінетику його випаровування в літературі немає.

Щодо горіння, то аміак – чи не найперспективніше паливо [2]: його суміші з киснем, повітрям легко запалюються, ефективно горять, хоч механізм горіння є вельми складний. Більш того, добавки аміаку в полум'я дають змогу знизити викиди оксидів азоту з продуктами горіння (відбувається відновлення NO до N₂). Враховуючи ці аспекти, доцільно в потенційно небезпечних ділянках холодильної системи (запобіжні клапани тощо) монтувати пристрої для утворення



Володимир Оніщенко: «Науково обґрунтовані, прозорі методики декларування безпеки холодильних систем, холодильників для зберігання харчової сировини та продуктів треба практично використовувати... Зміст таких методик має бути відомий суспільству, викликати в нього довіру, а не відчуття псевдокомпетентної небезпеки»

суміші аміаку з киснем, автоматичного її запалювання та подальшого горіння. Такі заходи сприятимуть мінімізації збитків від викиду аміаку в атмосферу. Проте чистий аміак (в газоподібному чи рідинному стані) факельним (дифузійним) полум'ям у повітрі не горить [3], тому є декілька сценаріїв формування факторів ураження після його викиду за ймовірного руйнування елементів холодильної установки. Тому за умови утворення аміако-повітряної суміші у відкритій атмосфері його запалювання неможливе. Але в усіх сценаріях формування такої суміші (у вигляді хмари) попередньо протікає процес випаровування аміаку.

Недостатня кількість в аміако-повітряній суміші кисню чи, навпаки, аміаку не дає розвинути реакції окислення аміаку. Тому пожежонебезпечними є суміші з концентраціями аміаку від 15 до 28%. Характеристика процесу формування такої суміші можна спрогнозувати, об'єднавши розрахункові співвідношення, наведені в різних літера-

турних джерелах [3-7]. На жаль, ці співвідношення мають емпіричний характер, тому нижче наведено розмірності величин, що входять до відповідних формул. Також доцільно вказати й результати розрахунків за цими емпіричними співвідношеннями, щоб отримати уявлення про порядок величин. Наведені нижче конкретні кількісні дані стосуються реальної аміачної холодильної установки, що призначена для охолодження водного розчину CaCl_2 та має аміакоємність близько 2000 кг.

Беручи до уваги відомі термодинамічні властивості аміаку, можна припустити, що найбільш інтенсивно пара аміаку надходить у повітря протягом перших 5 – 6 хвилин з моменту розгерметизації холодильної установки, подальшого розлиття аміаку з утворенням поверхні випаровування. Також припустимо, що з холодильної установки витікає практично весь аміак (погіршення реальної ситуації), а кінетику його випаровування визначає наявність енергії на фазове перетворення «рідина – пара». Тобто випаровування може відбуватися за рахунок зменшення власної ентальпії чи за рахунок підведеної теплоти від підкладки. В основному розлита рідина інтенсивно випаровується в результаті тепловіддачі від більш теплої поверхні підлоги компресорного цеху, його прямиків, а також теплонадходжень від повітря до поверхні розливу. Рідкий аміак внаслідок випаровування швидко охолоджується, разом з тим інтенсивність випаровування різко знижується. Тому час контакту й випаровування рідкого аміаку можна вважати рівним 5 хвилинам, або 300 с. Маса аміаку, що перейшов у парову фазу, буде дорівнювати сумі мас $(m_1 + m_2)$, де маса m_1 отримана за рахунок теплоти від поверхні підлоги (знизу), m_2 – за рахунок теплоти від атмосферного повітря (згори).

Коефіцієнт теплової активності [6] поверхні підлоги (піддона) ε , $\text{ккал}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{год}^{1/2})$ обчислюємо за формулою

$$\varepsilon = (\lambda \cdot c_p \cdot \rho)^{1/2},$$

Де $\lambda = 1,10 \text{ ккал}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{год})$ – теплопровідність матеріалу підлоги компресорного цеху (бетонної стяжки); $c_p = 0,27 \text{ ккал}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ – питома ізобарна теплоємність матеріалу підлоги компресорного цеху (бетонної стяжки); $\rho = 2300 \text{ кг}/\text{м}^3$ – густина матеріалу підлоги компресорного цеху (бетонна стяжка).

У результаті розрахунку одержуємо для ε величину, що дорівнює $26,14 \text{ ккал}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot$

$\cdot \text{год}^{1/2})$. Масу рідкого аміаку, що може перейти в парову фазу за рахунок теплоти від підлоги компресорного цеху, обчислимо за емпіричною формулою

$$m_1 = \frac{0,5 \cdot 1,13 \cdot t_k \cdot \varepsilon \cdot F_k \cdot (\tau_k)^{1/2}}{r},$$

де t_k – температура поверхні підлоги компресорного цеху, його піддонів (20°C); $F_k, \text{м}^2$ – площа поверхонь прямиків, компресорного цеху, що можуть бути залиті рідким аміаком загальною масою 2000 кг і обмінюватися теплою з ним ($65,88 \text{ м}^2$ становить 61% від загальної площі $18 \times 6 \text{ м}$ компресорного цеху в цілому); $r = 327 \text{ ккал}/\text{кг}$ – теплота випаровування аміаку за тиску 1 атм (нормальні умови).

У результаті розрахунків одержуємо $m_1 = 17,18 \text{ кг}$ (із заданої поверхні розлитої рідини).

Масу аміаку, що може випаруватись внаслідок надходження теплоти від повітря компресорного цеху, розрахуємо за емпіричною формулою

$$m^2 = 10^{-6} \cdot \eta \cdot P_n \cdot M^{1/2},$$

де $P_n = 100 \text{ кПа}$ – тиск (у кПа) насиченої пари аміаку за температури нормального кипіння, яка дорівнює $-33,35^\circ\text{C}$; $M = 17,03 \text{ г}/\text{моль}$ – молекулярна маса аміаку;

$\eta = 2,4$ – безрозмірний коефіцієнт, що враховує вплив швидкості й температури повітря над поверхнею випаровування рідкого аміаку. Цей коефіцієнт визначається з емпіричних таблиць за умови, що швидкість повітряного потоку над поверхнею випаровування становить $0,1 \text{ м}/\text{с}$ (максимум для закритих приміщень), а температура повітря – 20°C . З підвищенням температури значення цього коефіцієнта зменшується, тобто більше значення для η збільшує можливі значення m_2 . Проте за прийнятих умов розрахункове значення $m_2 = 9,9 \cdot 10^{-4} \text{ кг}$, що є занадто малою величиною в порівнянні з m_1 .

У результаті одержуємо, що маса аміаку, що може випаруватись із заданої поверхні компресорного цеху, становить $m = 17,2 \text{ кг}$.

Закономірності змішування пари аміаку й повітря (в об'ємі приміщення компресорного цеху) наперед по суті невідомі, тому оцінку ефективного горизонтального розміру зони хмари, що характеризується нижньою концентраційною границею (нкг) запалення, можна отримати за нормативною емпіричною формулою

$$R_{\text{нкг}} = 14,5632 \left(\frac{m}{\rho \cdot C_{\text{нкг}}} \right)^{1/3},$$

де $R_{\text{НКГ}}$ – радіус зони, яку характеризує значення концентрації аміаку, вище або рівне нижній концентраційній границі $C_{\text{НКГ}} = 15\%$ об. запалення суміші (у метрах); m – маса аміаку, що випарувався в атмосферу компресорного цеху (у кг); ρ – густина газоподібного аміаку за нормального тиску (1 атм) і розрахункової температури, яку вважають рівною максимальному значенню у відповідній кліматичній зоні (для Одеси – 38°C) (у кг/м^3).

Густина газоподібного аміаку розраховуємо за формулою

$$\rho = \frac{M}{V_0 \cdot (1 + t_B/273,15)},$$

де $M = 17,03$ г/моль; $t_B = 38^\circ\text{C}$; $V_0 = 22,414$ м³/кмоль – молярний об'єм за $P = 1$ атм. Водночас $\rho = 0,667$ кг/м³, а підстановка отриманих значень у формулу для $R_{\text{НКГ}}$ дає значення $R_{\text{НКГ}} = 17,45$ м.

Маючи це значення, можна розраховувати радіус R_n (у метрах) зони теплової дії пожежі-спалаху, тобто високотемпературних продуктів згоряння, за формулою

$$R_n = R_{\text{НКГ}} \cdot (E - 1)^{1/3},$$

де E – коефіцієнт розширення продуктів згоряння, його можна вважати рівним 7.

Тоді $R_n = 17,45 \cdot (7 - 1)^{1/3} = 31,71$ м.

Перевірку якості отриманих прогнозних значень кількості m аміаку, що випарувався, радіусу $R_{\text{НКГ}}$ хмари й радіусу зони теплового впливу пожежі-спалаху можна здійснити іншим шляхом, за допомогою нормативного середнього значення для інтенсивності (швидкості W) випаровування аміаку, що дорівнює $3,18 \cdot 10^{-3}$ кг/(м² с). Тоді оцінка маси аміаку, що може випаруватися з тієї ж поверхні, буде дорівнювати

$$m = W \cdot F_K \cdot \tau_K = 3,18 \cdot 10^{-3} \cdot 65,88 \cdot 300 = 62,85 \text{ кг.}$$

За тими ж формулами одержуємо, що в такому варіанті $R_{\text{НКГ}} = 26,87$ м, а $R_n = 48,83$ м. Ці значення близькі до отриманих вище. Обидві ці відстані визначають зони теплової дії пожежі-спалаху як такі, з яких перша обмежується територією підприємства і є більш реальною, а друга виходить за межі території підприємства. Відзначимо також, що в наведених емпіричних формулах необґрунтовано відсутнє значення маси розлитого аміаку, на значення R_n та $R_{\text{НКГ}}$ безпосередньо впливають теплонадходження та площа поверхні випаровування. Тому попереднє обвалювання території можливого роз-

лиття аміаку, тим більше впровадження заходів його зв'язування, нейтралізації, автоматичне відокремлення аміакомістких блоків установки один від одного в першу хвилину аварії [4, 6] суттєво зменшують об'єми аміако-повітряної суміші. Але логічність наведених розрахунків зникне, якщо маса розлитого аміаку буде меншою за масу аміаку, що може випаруватись. Недостатня дослідженість процесів випаровування рідин, змочених ними капілярно-пористих матеріалів тут очевидна.

Ймовірнісні аспекти наслідків аварії

Аналіз ймовірності тих чи інших наслідків від пожежі-спалаху (ураження людей, тварин, можливість їхньої загибелі) проводять в межах закону нормального розподілу ймовірностей (через так названу пробіт-функцію – Pr). Ці величини зв'язані співвідношенням

$$P(Y/A) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{Pr} e^{-\frac{(x-5)^2}{2}} \cdot dx,$$

де Y/A – подія, що полягає у виникненні збитку Y за реалізації випадкової умови A (у точці зони дії чинників небезпеки). Наприклад, за розрахунками для ймовірності ураження, рівної 0,10, відповідна пробіт-функція $Pr = 3,72$, а для $P(Y/A) = 0,50$ значення $Pr = 5,00$.

Коли чинником ураження для людей є тепловий вплив (випромінювання) пожежі-спалаху, то пробіт-функція пов'язана з дозою теплового випромінювання D співвідношенням [5]

$$Pr = a + b \cdot \ln(D),$$

де $D = \tau \cdot q^{4/3}$; q , Вт/м² – щільність теплового потоку; τ – ефективний час експозиції.

Для випадку смерті від ураження тепловим випромінюванням людини в одязі коефіцієнти a й b набувають значення: $a = -37,23$; $b = 2,56$.

Навпаки, за заданого значення Pr відповідна доза D випромінювання визначається як

$$D = \exp\left[\frac{Pr + 37,23}{2,56}\right], (\text{Вт/м}^2)^{4/3} \cdot \text{с.}$$

Для випадку $Pr_1 = 3,72$ й $Pr_2 = 5,00$ одержуємо відповідні значення доз випромінювання $D_1 = 885,15$ (кВт/м²)^{4/3} · с; $D_2 = 1459,4$ (кВт/м²)^{4/3} · с.

Радіуси R_1 і R_2 зон, де можуть діяти ці дози теплового випромінювання, визначаються шляхом інтерполяції з табл. 1.

$D, (\text{кВт/м}^2)^{4/3} \cdot \text{с}$	3000	2300	1000	200
$R, \text{м}$	$1,1 \cdot R_0$	$1,2 \cdot R_0$	$1,3 \cdot R_0$	$1,4 \cdot R_0$

Таблиця 1.

Тут $R_0 = R_{\text{НКГ}} = 17,45$ м. У результаті інтерполяції одержуємо, що

$$R_1 = 1,307 \cdot R_0 = 22,81 \text{ м;}$$

$$R_2 = 1,272 \cdot R_0 = 22,18 \text{ м.}$$

Таким чином, ймовірність смертельного ураження тепловим випромінюванням пожежі-спалаху, що дорівнює 0,50, може реалізуватися на відстані 22,18 м від компресорного цеху, а ймовірність 0,10 характерна для відстані 22,80 м.

На відстані $R = 25$ м $= 1,433 \cdot R_0$ величина дози наближається до нуля, а ймовірність смертельного впливу дорівнює нулю.

На основі проведення аналогічних розрахунків одержуємо розподіл значень умовної ймовірності потенційного ризику загибелі людини, що могла би перебувати на тій чи іншій відстані від центру аварії. Результати цих розрахунків наведено в табл. 2.

У розрахунку повної ймовірності прийнято, що ймовірність утворення повітряно-аміачної хмари мінімальної й дещо вищої концентрації становить 0,54; її запалення – 0,50; горіння без вибуху (детонації) – 0,212 (середнє значення для всіх аварій). Враховано також, що ймовірність самої аварії з викидом у приміщення компресорного цеху рідкого аміаку (дані попереднього розділу цієї статті) становила $3,18 \cdot 10^{-8}$.

У разі згоряння аміако-повітряної хмари з утворенням надлишкового тиску у відкритому просторі (погіршення ситуації є хмара, сформована в обмеженому просторі компресорного цеху) чинником ураження є також надлишковий тиск, ударна хвиля, що поширюються в повітрі. Цей чинник може призвести до руйнувань будинків, травмування людей та їх загибелі внаслідок ураження легенів або металевої дії.

Надлишковий тиск, що виникає у випадку пожежі-спалаху, розраховують за формулою

$$\Delta P = P_0 \left(\frac{0,8 m_{\text{зв}}^{1/3}}{R} + \frac{3 m_{\text{зв}}^{2/3}}{R^2} + \frac{5 m_{\text{зв}}}{R^3} \right),$$

де P_0 – атмосферний тиск, кПа (дорівнює 101 кПа); R – відстань від геометричного центру газо-паро-повітряної хмари, м; $m_{\text{зв}}$ – зведена маса газу або пари, кг.

Зведена маса розраховується за формулою

$$m_{\text{зв}} = \left(\frac{Q_{\text{г}}}{Q_0} \right) mZ,$$

Відстань, R, м	Відносна відстань, R/R ₀	Доза теплового випромінювання, D, (кВт/м ²) ^{4/3} · с	Значення пробіт, Pr	Умовна ймовірність загибелі	Повна ймовірність загибелі, <=
18	1,032	3199,1	7,01	0,978	1,78 · 10 ⁻⁹
19	1,089	3020,9	6,86	0,969	1,76 · 10 ⁻⁹
20	1,147	2740,5	6,61	0,946	1,72 · 10 ⁻⁹
21	1,204	223,7	6,09	0,862	1,57 · 10 ⁻⁹
22	1,261	1535,1	5,13	0,552	1,01 · 10 ⁻⁹
23	1,319	830,5	3,56	0,073	1,33 · 10 ⁻¹⁰
24	1,376	331,3	1,20	0	0
25	1,433	91,3	0	0	0

Таблиця 2.

де $Q_{сг} = 18,631 \cdot 10^6$ Дж/кг – питома теплота згоряння пари аміаку; $Q_0 = 4,52 \cdot 10^6$ Дж/кг – постійна величина; m – маса аміаку, що випарувався з утворенням аміако-повітряної суміші (кг); z – коефіцієнт участі компонентів суміші в реакції, для аміако-повітряних сумішей його вважають рівним 0,1.

У результаті розрахунку одержуємо

$$m_{ав} = \left(\frac{18,631 \cdot 10^6}{4,52 \cdot 10^6} \right) \cdot 17,18 \cdot 0,1 = 7,08 \text{ кг}$$

Тепер можна розрахувати значення надлишкового тиску на різних відстанях R від геометричного центру аміако-повітряної хмари (табл. 3).

За таких даних щодо ΔP треба відзначити, що:

– можливе повне руйнування тримальних цегляних стін і стінових панелей компресорного цеху ($\Delta P \cong 12 - 15$ кПа). Водночас мож-

ливе ураження людей уламками стін, що приводить до край важких травм, зокрема із втратою працездатності, до травм середньої важкості та загибелі;

– на відстанях 20–30 м будинків нема, тому тут можливі ураження людей, які з тих чи інших причин ще перебувають біля приміщення компресорного цеху;

– на відстанях близько 50–100 м від компресорного цеху розташовані житлові будинки, й за $\Delta P \cong 1 - 3$ кПа тут можливі незначні руйнування віконних і дверних прорізів, ушкодження у вигляді тріщин самоносійних цегляних стін і стінових панелей з легких бетонів.

Ймовірності таких руйнувань моделює пробіт-функція $Pr = 5 - 0,26 \cdot \ln(V)$,

де

$$V = \left(\frac{17\,500}{\Delta P} \right)^{8,4} + \left(\frac{290}{i_{хв}} \right)^{9,3},$$

R, м	18	19	20	22	25	30	35	40	50	100
ΔP , кПа	12,68	11,78	11,00	9,70	8,22	6,55	5,43	4,63	3,58	1,67

Таблиця 3.

ΔP – надлишковий тиск, Па, $i_{хв}$ – імпульс хвилі тиску, Па·с.

Імпульс хвилі руйнування розраховується за формулою $i_{хв} = 123 \cdot m_{ав}^{2/3} / R$.

Результати розрахунків зводять у таблицю значень (табл. 4) залежно від заданого значення відстані R до геометричного центру повітряно-аміачної хмари (стіни компресорного цеху).

У розрахунку повної ймовірності прийнято ті ж самі значення ймовірностей, що й для аналізу наслідків теплового впливу пожежі-спалаху: утворення аміако-повітряної суміші – 0,54, її запалення – 0,50, її згоряння з вибухом – 0,788, ймовірності самої аварії – $3,18 \cdot 10^{-8}$.

Якщо скористатись інформацією щодо пробіт-функцій у разі ураження легенів, органів слуху тощо, то аналогічно можна отримати дані щодо ймовірностей та інших збитків внаслідок аварії. Отримані ймовірності конкретних наслідків аварії в різних сценаріях їх формування треба підсумувати, дотримуючись теорем теорії ймовірностей для одержання значень повних ймовірностей загибелі чи інших уражень людей, тварин, матеріальних, продовольчих, фінансових втрат. Нарешті, зміна схемних рішень, заміна окремих апаратів холодильної установки, її приладів захисної автоматики на більш надійні приведе і до змін чисельних даних повних ймовірностей аварії та її наслідків. Аналіз одержаних результатів дає змогу виявити найслабкішу ланку в сценаріях розвитку аварійних ситуацій, прийняти необхідні інженерні рішення.

R, м	ΔP , кПа	$I_{\text{хв}}$, кПа·с	P_r	Умовна ймовірність загибелі	Повна ймовірність загибелі
18	12,68	25,20	4,296	0,240	$3,59 \cdot 10^{-11}$
19	11,78	23,87	4,136	0,194	$2,90 \cdot 10^{-11}$
20	11,00	22,68	3,986	0,155	$2,32 \cdot 10^{-11}$
22	9,70	20,62	3,711	0,098	$1,46 \cdot 10^{-11}$
25	8,22	18,14	3,350	0,045	$6,72 \cdot 10^{-12}$
30	6,55	15,12	2,854	0	0
35	5,43	12,96	2,444	0	0
40	4,63	11,34	2,096	0	0
50	3,58	9,07	1,534	0	0

Таблиця 4.

Прогнозування наслідків викиду аміаку як небезпечної хімічної речовини

Сценарії формування наслідків хімічного ураження людей і тварин мало задекларовані, їм не надано ймовірнісної трактовки, хоч випадковий характер подій тут також є природним. Нормативна методика прогнозування наслідків хімічного ураження представлена в [7]. На перший погляд, вона досить аргументована, враховує необхідні причинно-наслідкові зв'язки. Розлиття аміаку розглядається як «вільне» чи «розлиття в піддон», якщо поверхня розлиття попередньо обвалювана. Далі залежно від метеоумов з таблиць беруться значення глибини зони розповсюдження аміако-повітряної хмари з поправками на наявність міської забудови, а також ширини цієї зони, обчислюється площа зони можливого хімічного забруднення. Разом з тим вважається (виходить з розрахункових співвідношень), що вся ця зона вкриється хмарою аміако-повітряної суміші протягом декількох хвилин після аварії, а звільниться від забруднення протягом однієї години й більше. Ці результати повністю розходяться з наведеними вище за показниками швидкості формування аміако-повітряної хмари, її розповсюдження в атмосфері чи на ландшафті, а тим більше часу її перебування на ландшафті.

Наслідками дії хімічного чинника ураження є опіки шкіри, очей, легень, отруєння аміаком тощо, частка ж постраждалих не перевищуватиме 50% населення. Коли кількість населення в зоні забруднення становить 10375 осіб, то в разі аварії вищеазначеної холодильної установки постраждає 519 осіб, а структура можливих уражень виглядає за методикою [7] так:

1) легкі ураження (25%) – 130 осіб; 2) ураження середньої важкості (40%) – 208 осіб; 3) ураження зі смертельними випадками (35%) – 181 особа.

Очевидно, що така методика не дає об'єктивного прогнозу, не відповідає сучас-

ному рівню вирішення проблем розповсюдження забруднень в атмосфері чи на ландшафтах, розходиться з вищенаведеною та загальноприйнятою методикою ймовірнісного аналізу аварійних ситуацій та їх наслідків.

Вирішення завдань моделювання процесу розповсюдження аміако-повітряної хмари в атмосфері в різних її станах, оцінка на цій основі ймовірності тих чи інших концентрацій за відстанями та висотами на конкретних ландшафтах є часткою більш широкої проблеми розроблення науково обґрунтованих методик створення й практичного використання декларацій безпеки нових та діючих аміачних охолоджувальних систем.

Висновки

Функціонування холодильників та охолоджувальних систем з великою місткістю холодоагенту вимагає підвищеної уваги до експлуатації таких об'єктів. Сьогодні на цих об'єктах відбувається постійне навчання обслуговуваного персоналу «Правил безпечної експлуатації...», розроблення «Плану ліквідації аварійних ситуацій» (ПЛАС) для кожного підприємства, періодичне тренування персоналу відповідно до ПЛАСу і багато чого ще. Але цього надто мало, необхідно поступово вдосконалювати охолоджувальні системи, аби зменшити вплив людського фактора як найбільш ненадійного. Тому розглянуті в цій статті науково-технічні проблеми, суперечності різних методик та нормативних документів потребують дослідження і вирішення.

У цій статті не проаналізовано багато інших аспектів безпеки аміачних охолоджувальних систем, зокрема в літературі мало даних щодо механізмів горіння сумішей на основі аміаку, дії інших чинників ураження (їх пробіт-функцій) у разі виникнення аварій.

Зокрема, дуже важливо настільки ж детально проаналізувати випадок, коли аміакоємність системи менша ніж 50 кг. Тут увагу треба зосередити на забезпеченні надійної підтримки режимних параметрів

процесів холодильного оброблення та зберігання харчової сировини та продуктів, вирішенні пов'язаних з цим проблем продовольчої безпеки. Бо навіть коли аварія не матиме тяжких наслідків, пов'язаних із втратою здоров'я людей, втрати харчової сировини та продуктів неминучі. Не в меншій мірі ці ж проблеми актуальні для підприємств із промисловими масштабами виробництва холоду, які використовують холодоагент, відмінний від аміаку. Таким чином, техногенну, продовольчу й технологічну безпеку має забезпечити вирішення ряду загальних науково-технічних завдань.

Науково обґрунтовані, прозорі методики декларування безпеки холодильних систем, холодильників для зберігання харчової сировини та продуктів треба практично використовувати як мінімум в трьох випадках: на стадії проектування; на стадії запуску в експлуатацію нової холодильної системи (з новими технічними рішеннями, з конкретним переліком використаних під час побудови й монтажу матеріалів, обладнання, приладів); під час періодичної експертизи діючих систем, які є старішими й потенційно небезпечними об'єктами. Певною мірою зміст таких методик має бути відомий суспільству, викликати в нього довіру, а не відчуття псевдокомпетентної небезпеки.

В. П. Оніщенко, заслужений діяч науки і техніки України,

д. т. н., проф. ОДАХ, академік МАХ



Література

1. Маршалл В. Основные опасности химических производств. М: Мир, 1989.
2. Заманский В.М., Борисов А.А. Механизм и промотирование самовоспламенения перспективных топлив. Кинетика. Катализ. М: ВИНТИ, 1989.
3. Заказов В.Ф., Куршева Л.А., Федина З.И. Определение нормальных скоростей и критических диаметров гашения пламени аммиачно-воздушных смесей // Физика горения и взрыва. – 1978, № 6.
4. Коган Б.Н., Латышев В.П., Костина Г.П. Прогнозирование уровня взрывоопасности блоков систем хладоснабжения, в которых обращается аммиак (проект) // Холодильная техника. 1997, № 2.
5. Мазур И.И., Иванцов О.М. Безопасность трубопроводных систем. М: Елима, 2004.
6. Гушин А.В., Лысенко В.Я. Локализация проливов жидкого аммиака в аммиачных холодильных установках // Холодильная техника. 2005, № 5.
7. Методика прогнозування наслідків вилу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті (Наказ від 27.03.2001, № 73/82/64/122, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 10 квітня 2001 р. за № 326/5517) // Офіційний вісник України. 2001, № 15.