

В.М.Жартівський, д.т.н., проф., Ю.В.Цапко, к.т.н., с.н.с., Г.В.Кирик, к.ф.-м.н., О.Д.Стадник, к.ф.-м.н., доц. (Міжнародний інститут компресорного і енергетичного машинобудування); М.І.Ременець (ІТЦ "Сигнал")

ФЛЕГМАТИЗУВАННЯ ГОРЮЧИХ СЕРЕДОВИЩ В ПРОЦЕСІ ЗБЕРІГАННЯ ОРГАНІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

Розроблено розрахунковий метод визначення концентраційних меж області флегматизування, який можна використовувати з метою застосування азотно-кисневих сумішей, одержуваних за мембранною технологією розділення повітря, як флегматизаторів горючих середовищ.

Останніми роками, все більша увага, з метою застосування у справі протипожежного захисту технологічних об'єктів, приділяється способу ліквідації або запобігання виникненню пожежі, який полягає у перетворенні горючого середовища на негорюче шляхом створення у приміщенні, що захищається, необхідної концентрації флегматизатора – інертного газу. Основним методом флегматизування є метод, заснований на розведенні газового середовища інертними розріджувачами (азотом, карбон (IV) оксидом, водяною парою) [1-3].

У світовій практиці для попередження і гасіння пожеж усе більше поширення знаходить завдяки своїм властивостям газоподібний азот: його густина незначно менше густини повітря, внаслідок чого в ізольованих пожежних ділянках азот добре заповнює порожнечі, малорозчинний у воді, нешкідливий для людського організму. З огляду на перераховані властивості, газоподібний азот рекомендується застосовувати як для ізоляції пожежних ділянок, так і в сполученні з різними способами процесу охолодження вогнища пожежі.

Найбільш широко як установки флегматизування застосовуються балонні установки газового пожежогасіння з пневматичним, механічним, пневмомеханічним або електричним способом запуску. Використовуються також установки, які складаються з ізотермічної ємності для азоту з реконденсатором, випарника-газифікатора, запірної та запобіжної арматури, трубопроводу з насадками [3].

Безпека життєдіяльності тих чи інших процесів у значній мірі залежить від організації постачання підприємства захисним газом (азотом). Відомо багато випадків [4], коли виробництво зупиняють через відсутність захисного газу, що може бути обумовлено недостатньою потужністю чи несправністю зовнішнього джерела постачання азоту чи відсутністю відповідного запасу рідкого азоту. Тому рекомендується всім підприємствам, безпека роботи яких залежить від постачання азотом, мати або власне джерело азоту, здатне цілком задовольнити всі потреби виробництва у будь-яких випадках, або мати склад азоту достатньої місткості [4].

Важливе значення має знання концентраційних меж поширення полум'я горючих сумішей, яке дає можливість оцінити вибухопожежонебезпеку технологічних процесів і обладнання та визначити необхідні заходи щодо флегматизування горючих середовищ газовими вогнегасними речовинами. Концентраційні межі поширення полум'я для горючих середовищ, розведених флегматизатором, змінюються в міру збільшення в них концентрацій останнього. При цьому нижня межа звичайно підвищується, а верхня межа знижується. У певній точці, яка зветься вершиною кривої флегматизування, обидві межі сходяться. Цій точці відповідає значення концентрації флегматизатора, яке називається мінімальною флегматизувальною концентрацією.

Встановлення концентраційних меж області флегматизування в системі "суміш продуктів піролізу – повітря – азот" і на підставі одержаних даних дає можливість

обґрунтувати найбільш прийнятні умови флегматизування горючих середовищ, які утворюються в разі займання органічних матеріалів, в тому числі з використанням азоту невисокої чистоти, який одержують за мембранною технологією розділення повітря. У зв'язку з цим представляється доцільним пошук компромісних варіантів, що могли б дозволити за результатами мінімальної кількості експериментів забезпечити необхідну для інженерної практики точність визначення меж області флегматизування.

Застосування розрахунково-аналітичного методу визначення флегматизувальної кривої для газових сумішей „горюча речовина–окисник–газова вогнегасна речовина” розглянемо на прикладі розрахунку концентраційних меж поширення полум'я сумішей повітря з продуктами піролізу деревини та мінімальної флегматизувальної концентрації під час флегматизування азотом [5].

Щоб отримати аналітичні вирази для всіх чотирьох ділянок, необхідно експериментально визначити координати принаймні п'яти точок: A , B , C , а також довільних точок D і E , які належать відповідно нижній і верхній гілкам кривої флегматизації.

За методикою ДСТУ 3958 [6] з використанням метрологічно атестованого обладнання експериментально визначено C_r та C_f для сумішей, яким відповідають точки A , B , C , D , E кривої флегматизації. Отримані результати наведено на рис. 1 у вигляді координат відповідних точок.

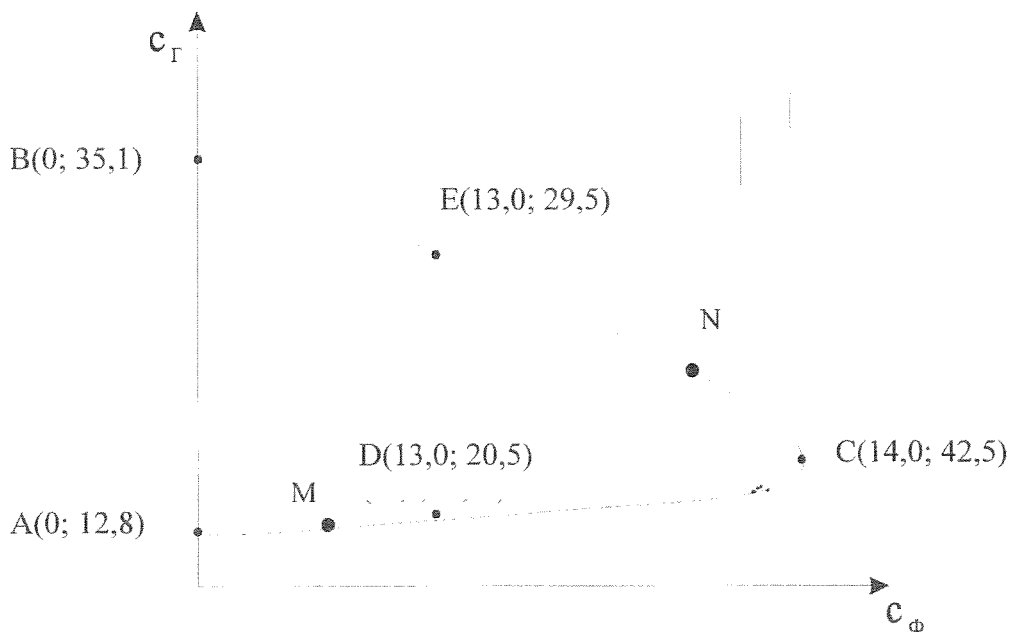


Рис. 1. Схема побудови концентраційних меж області флегматизування для системи „суміш продуктів піролізу деревини – повітря – азот”

На підставі експериментальних даних із застосуванням розрахунково-аналітичного методу [4] розраховано коефіцієнти, якими описується крива флегматизації суміші продуктів піролізу деревини з повітрям у разі застосування азоту як флегматизатора, розраховану область флегматизувальної кривої наведено на рис. 1.

Останнім часом значна увага приділяється питанням створення на об'єктах автономних джерел дешевого азоту, який можна було б використовувати як вогнегасну речовину, зокрема для флегматизування горючих сумішей. Такий азот, точніше азотно-кисневі композиції, які містять від 2 до 10 об'ємних відсотків кисню, можна отримувати за допомогою мембранних модульних установок розділення повітря. Його вартість залежить від вмісту кисню, але в усякому разі значно менша за вартість азоту, одержаного традиційним кріогенним способом.

З метою оцінки ефективності та доцільності застосування “мембранного” азоту в системах протипожежного захисту об’єктів, стосовно ряду азотно-кисневих композицій розраховано значення мінімальних флегматизувальних концентрацій у сумішах з повітрям і продуктами піролізу деревини. Розглянуто композиції, в яких об’ємна частка азоту φ становить від 0,92 до 0,96. За основу в розрахунках взято значення відповідних показників для чистого азоту, визначені як показано вище.

Якщо для чистого азоту величину $C\Phi(C)$ визначено експериментально, то для i -ї азотно-кисневої композиції значення $C_i\Phi(C)$ можна з достатньою надійністю розрахувати за методом [7]. Приймаючи, що об’ємна частка азоту в повітрі нормального складу становить 0,79, за рівнянням:

$$C_{\varphi C}^i = \frac{0,21}{\varphi_i - 0,79} \cdot C_{\varphi C} \quad (1)$$

де φ_i – об’ємна частка азоту в i -й азотно-кисневій суміші.

З метою визначення області флегматизування в разі застосування азотно-кисневих сумішей, сформулюємо математичну модель визначення меж області флегматизування горючої речовини з окисником і флегматизатором у такому вигляді:

– Для нижньої концентраційної межі поширення полум’я:

$$C_{\varphi}(C_r) = \begin{cases} \frac{C_{\varphi D}^i}{C_{TD} - C_{TA}} (C_r - C_{TA}), & C_r \in [C_{TA}; C_{TM}] \\ C_{\varphi} \in [0; C_{\varphi M}^i] \\ a(C_r - C_{TC})^n + \frac{0,21}{\varphi_i - 0,79} C_{\varphi C}^i, & C_r \in [C_{TM}; C_{TC}] \\ C_{\varphi} \in \left[C_{\varphi M}^i; \frac{0,21}{\varphi_i - 0,79} C_{\varphi C}^i \right] \end{cases} \quad (2)$$

В залежностях (2) значення a , n , C_{TM} , $C_{\varphi M}^i$ знаходять з вирішення системи рівнянь:

$$\begin{cases} C_{\varphi M}^i = \frac{C_{\varphi D}^i}{C_{TD} - C_{TA}} (C_{TM} - C_{TA}), \\ \frac{C_{\varphi D}^i}{C_{TD} - C_{TA}} (C_{TM} - C_{TA}) = a(C_{TM} - C_{TC})^n + \frac{0,21}{\varphi_i - 0,79} C_{\varphi C}^i, \\ an(C_{TM} - C_{TC})^{n-1} = \frac{C_{\varphi D}^i}{C_{TD} - C_{TA}}, \\ C_{TM} \in (C_{TA}; C_{TC}), C_{\varphi M}^i \in \left(0; \frac{0,21}{\varphi_i - 0,79} C_{\varphi C}^i \right) \end{cases} \quad (3)$$

– Для верхньої концентраційної межі поширення полум’я:

$$C_{\phi}(C_r) = \begin{cases} \frac{C'_{\phi E}}{C_{rE} - C_{rB}}(C_r - C_{rB}), & C_r \in [C_{rB}; C_{rN}] \\ C_{\phi} \in [0; C'_{\phi N}] \end{cases} \quad (4)$$

$$b(C_i - C_{rC})^m + \frac{0,21}{\varphi_i - 0,79} C_{\phi C}, \quad C_r \in [C_{rN}; C_{rC}]$$

$$C_{\phi} \in \left[C'_{\phi N}; \frac{0,21}{\varphi_i - 0,79} C_{\phi C} \right]$$

де $b, m, C_{rN}, C'_{\phi N}$ – розв'язок системи рівнянь:

$$\begin{cases} C'_{\phi N} = \frac{C_{\phi E}}{C_{rE} - C_{rB}}(C_{rN} - C_{rB}), \\ \frac{C'_{\phi E}}{C_{rE} - C_{rB}}(C_{rN} - C_{rB}) = b(C_{rN} - C_{rC})^m + \frac{0,21}{\varphi_i - 0,79} C_{\phi C}, \\ bm(C_{rN} - C_{rC})^{m-1} = \frac{C'_{\phi E}}{C_{rE} - C_{rB}}, \\ C_{rN} \in (C_{rC}; C_{rB}), C'_{\phi N} \in \left[0; \frac{0,21}{\varphi_i - 0,79} C_{\phi C} \right]. \end{cases} \quad (5)$$

Для розрахунку приведеної математичної моделі застосовано метод Н'ютона. Дані, одержані шляхом такого розрахунку наведено на рис. 2.

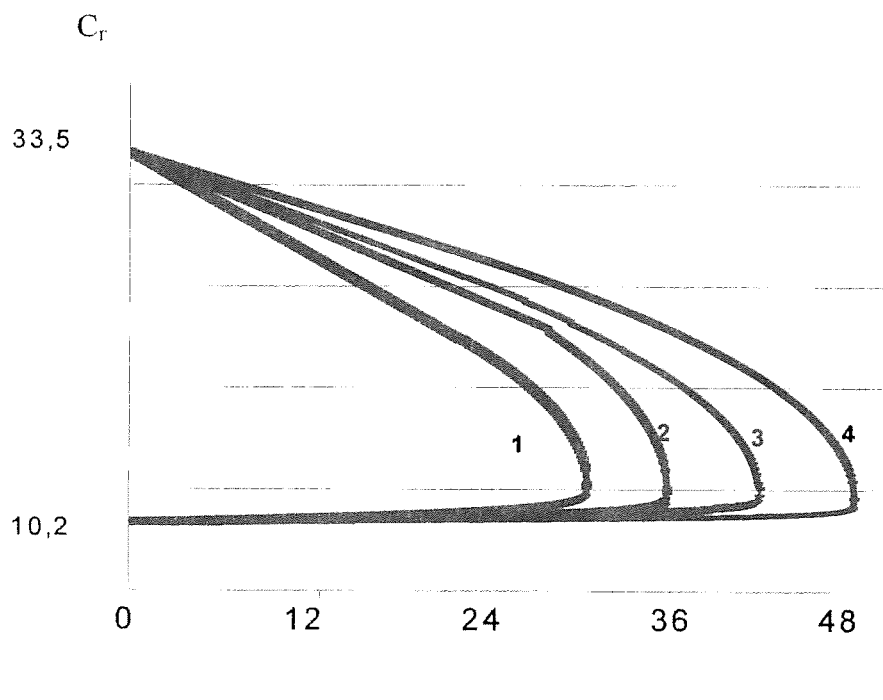


Рис. 2. Результати визначення мінімальних флегматизувальних концентрацій азоту та азотно-кисневих композицій для сумішей повітря з леткими продуктами піролізу деревини: 1 – чистий азот; 2, 3, 4 – азот з домішками кисню 96, 94, 92 % об. відповідно

Таким чином, за розрахунково-аналітичним методом визначено концентраційні межі області флегматизування для газових сумішей системи "продукти піролізу деревини-окисник-флегматизатор", яка дає змогу достовірно оцінити ефективність застосування азоту та азотно-кисневих сумішей для флегматизування горючих середовищ.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Алексеев М.В., Волков О.М., Шатров Н.Ф. Пожарная профилактика технологических процессов производств. – М.: ВИПТШ МВД СССР, 1985. – 372 с.
2. Антонов А.В., Орел В.П., Цапко Ю.В. Флегматизування горючих середовищ інертними розріджувачами, інгібіторами та їх сумішами // Збірник наукових праць. - Севастополь: Севастопольський ВМІ ім. П.С.Нахімова, 2002. - Вип. 1. - С.148-149.
3. Николаев В.М. Состояние и перспективы развития газового пожаротушения // Юбилейный сборник трудов Всероссийского научно-исследовательского института противопожарной обороны. - М.: ВНИИПО МВД России, 1997. – С. 323-334.
4. Бесчастнов М.В., Соколов В.М. Предупреждение аварий в химических производствах. - М.: Химия, 1979. - 392с.
5. Откідач Д.М., Цапко Ю.В., Соколенко К.І. Флегматизування горючих газових середовищ. – К.: Пожінформтехніка, 2005. – 196 с.
6. ДСТУ 3958-2000. Газові вогнегасні речовини. Номенклатура показників. Загальні технічні вимоги. Методи випробувань. – Держстандарт України, 2000.
7. Цапко Ю.В., Орел В.П., Откідач М.Я., Антонов А.В., Орел В.П., Откідач Д.М. Застосування розрахунково-експериментального методу визначення параметрів флегматизування горючих газових середовищ в озонобезпечній технології виробництва холодильників // Науковий вісник УкрНДПБ. – 2001. – №5. – С. 62-68.

УДК 621.314

О.М.Коваль (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПОБУТОВИХ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖ

Поширені з'єднання провідників за допомогою скрутки в побутових електричних мережах являються однією з основних причин виникнення пожеж в побутовому секторі. Запропонована конструкція електромонтажної коробки дозволяє суттєво скоротити час монтажних робіт, підвищити якість та рівень пожежної безпеки побутових електромереж.

Вступ. За останні 6 років (2001р.-2006р.) в Україні виникло 324640 пожеж на яких загинуло 23046 людей. Найбільша кількість пожеж 250874, що становить 78% припадає на житловий сектор. Однією з основних причин, що призвела до 70752 пожеж, що становить 22%, – це порушення правил пожежної безпеки під час монтажу та експлуатації електричних мереж [1].

Практично усі мешканці житлових будинків опиняються у потенційній загрозі, адже в державі щодня виникає 135 пожеж і 108 з них саме у житловому секторі, кожна 5-та з причин електричного походження.

Як видно із статистики (рис.1), кількість пожеж електричного походження протягом зазначеного нами часу становить значну частину і спостерігається тенденція до її зростання.