

УДК 614.841

ПРОГНОЗ ТЕМПЕРАТУРИ СПАЛАХУ БІНАРНИХ СУМІШЕЙ ГОРЮЧИХ РІДИН З НЕГОРЮЧИМИ

Трегубов Д.Г., к.т.н., викладач, УЦЗУ

Головними параметрами пожежної небезпеки горючих рідин є температурні межі поширення полум'я (ТМПП) та температура спалаху ($t_{сп}$). Для багатьох рідких сумішей значення цих параметрів у довідниках не наведено, а саме їх частіше використовують в техніці. Тому питання визначення та прогнозування їх ТМПП та $t_{сп}$ є актуальним.

Але прогноз ТМПП та $t_{сп}$ сумішей рідин має деякі складнощі: багато компонентів у розчинах є частково розчинними або суміш може бути азеотропною, тобто нероздільнокиплячою. Саме така точка існування суміші утворюється для етилового спирту за наявності 4 % води. Для таких сумішей їх ТМПП або $t_{сп}$ змінюється майже не прогнозовано відносно властивостей компонентів. Тому кращі результати розрахунку ТМПП та $t_{сп}$ можна отримати для сумішей, що складаються з рідин одного гомологічного ряду, які не утворюють азеотропні суміші.

Більш складну залежність від складу суміші має $t_{сп}$: пара легкокиплячого компоненту частково втрачається на відкритому просторі з пароповітряної суміші і суміш поводить себе, як така, що

містить менше легкокиплячого компоненту відносно його дійсної кількості. Відповідно $t_{\text{сп}}$ суміші збільшується.

Суміші горючих рідин з негорючими відзначаються більш складною залежністю стану пароповітряної суміші від умов випаровування, оскільки негорючий компонент флегматизує та може інгібувати горючу пароповітряну суміш. Тому ТМПП зростають, а $t_{\text{сп}}$ зростає. Але, якщо негорюча рідина є більш легкокиплячим компонентом суміші, то на відкритому просторі відбувається її втрата з пароповітряної суміші і $t_{\text{сп}}$ у відкритому тиглі може виявитись меншою, ніж у закритому. За умови, що горючий компонент розчину має більше значення температури кипіння ніж негорючий компонент, безпека суміші не досягається навіть за малих концентрацій горючого компоненту суміші. Це відбувається тому, що легкокиплячий негорючий компонент випаровується і суміш стає горючою. Відомі на практиці випадки запалювання таких рідин за умови розливу на гарячу поверхню.

При розрахунку ТМПП та $t_{\text{сп}}$ багатоконцентних сумішей слід пам'ятати, що тиск насиченої пари взаємонерозчинних або частково розчинних рідин сумується, тому характерні температури такої суміші знижуються. Негорючі рідини в суміші можуть бути як розчинними, так і нерозчинними. Тому за наявності в складі суміші негорючих компонентів, їх вплив на величини ТМПП залежить від типу розчину. В загальному випадку наявність негорючих рідин у суміші збільшує значення і звужує діапазон ТМПП. Ступінь флегматизації пароповітряного простору залежить від співвідношення температур кипіння горючого та негорючого компоненту суміші. Зважаючи на викладене вище нами запропоновано [1] апроксимаційну формулу для розрахунку температурної межі горючої суміші рідин з вмістом розчинного негорючого компоненту:

$$T_{\text{мсум}} = \frac{T_{\text{мГР}}}{\chi_{\text{гр}} K_{\text{м}}}, \text{ К}, \quad (1)$$

де $\chi_{\text{гр}}$ – мольна частка горючого компоненту суміші.

Недоліками цієї формули є неможливість розрахунку температурних меж рідких сумішей, горючий компонент яких має від'ємну температуру. Для таких рідин можна ввести поправку:

$$T_{\text{мсум}} = 2T_{\text{мГР}} - \frac{T_{\text{мГР}}}{\chi_{\text{гр}} K_{\text{м}}}, \text{ К}. \quad (2)$$

Докладний аналіз значень $t_{сп}$ водних розчинів деяких горючих рідин різних гомологічних класів у широкому діапазоні концентрацій показав необхідність уточнення розрахунку константи межі K_M :

$$\text{для нижньої ТМПП або } t_{сп}: K_M = 0,04 K_\phi \left(K_T^{0,9} K_{втр} \right)^2, \quad (3)$$

$$\text{для верхньої ТМПП: } K_M = 0,04 K_\phi K_{втр}^{2,45}. \quad (4)$$

де K_ϕ , K_T , $K_{втр}$ - коефіцієнти зміни КМПП, інтенсивностей випаровування та втрат горючого та негорючого компонентів.

Слід також зазначити, що формули (1) та (2) не враховують можливого інгібіруючого впливу, на який здатна пара деяких негорючих та важкогорючих рідин. Врахування азеотропності сумішей можна зробити, якщо відома її температура кипіння. Тому можна ввести коефіцієнт, як відношення очікуваної (розрахункової) температури кипіння від визначеної експериментально.

За формулами (1) та (2) була проведена перевірка розрахунку значень $t_{сп}$ сумішей з водою рідин різних гомологічних класів, рис.1.

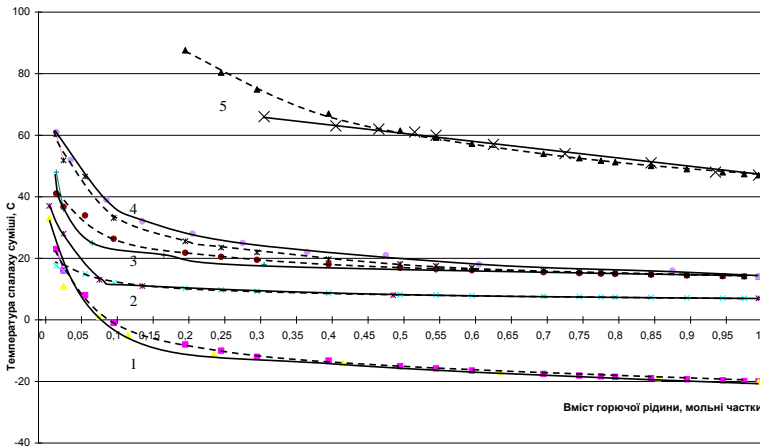


Рис.1. Порівняння розрахованих (пунктирна лінія) та довідникових [2] (суцільна лінія) значень для температури спалаху сумішей горючих рідин різних гомологічних класів з водою: 1 – ацетон; 2 – трет-бутиловий спирт; 3 – ізопропіловий спирт; 4 – етиловий спирт; 5 – оцтова кислота.

Більша кореляція розрахованих даних з довідниковими

спостерігається для температури спалаху у закритому тиглі. Найбільша похибка спостерігається для малих концентрацій горючої речовини. Неможливість горіння розбавлених водою розчинів за розрахунком можна передбачити за моментом розрахунку, коли температура спалаху починає дорівнювати ВТМПП. Наявність в повному діапазоні концентрацій точки азеотропності покладне загальний прогноз.

ЛІТЕРАТУРА

1. Трегубов Д.Г., Тарахно О.В., Горела Ю.С. Розрахунок температурних меж поширення полум'я сумішей рідин // Проблеми пожежної безпеки. Вып. 23. – Харьков: УГЗУ. – 2008. – С. 254-257.
2. Баратов А.Н., Корольченко А.Я. и др. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник в 2-х кн. - М.: Химия. - 1990. –272 с.