

*Савченко О.В., ад'юнкт, УЦЗУ,
Кіреєв О.О., канд. хім. наук, доц., УЦЗУ,
Тригуб В.В., канд. техн. наук, ст. викл., УЦЗУ,
Жернокльов К.В., канд. хім. наук, ст. викл., УЦЗУ*

ПОПЕРЕДЖЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ПРИ ГОРІННІ ПОЛІВІНІЛХЛОРИДУ

(представлено д-ром техн. наук Комяк В.М.)

Представлені результати експериментальних досліджень вогнезахисної дії гелевих плівок на зразках з полівінілхлориду. Показано, що вогнезахист полімерних матеріалів зменшує виділення токсичних газів. Встановлені умови за яких неможливе полум'яне горіння зразків з полівінілхлориду.

Постановка проблеми. Горіння багатьох полімерних матеріалів відбувається з виділенням токсичних речовин. Одним з найбільш поширених матеріалів, що широко застосовується в усіх сферах діяльності людини є полівінілхлорид (ПВХ). При горінні виробів з полівінілхлориду виділяються отруйні речовини: хлороводень, оксид вуглецю, хлор та, навіть, фосген. На початку термічного розкладу ПВХ (170-300⁰С) летючі продукти горіння на 96% складаються з хлороводню. При температурі 170-190⁰С починається зростання швидкості виділення летючих речовин з пластмас на основі ПВХ, в інтервалі температур 210-300⁰С вона досягає свого максимуму [1,2].

Зважаючи на кількість виробів з пластмаси в сучасних помешканнях, можна стверджувати: небезпека отруєння людей існує не тільки при ліквідації надзвичайної ситуації пов'язаної з вибухом або пожежею на хімічному підприємстві, а навіть, при звичайній пожежі. Відомий випадок смертельного отруєння двох дорослих чоловіків, що знаходились на відстані 50-60 м від пожежі яка відбувалась в адміністративній будівлі [3].

Отже, попередження виділення токсичних газів під час ліквідації пожеж на яких відбувається горіння пластмас є актуальною проблемою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Під час піролізу ПВХ виділяється хлорний водень в кількості до 21% маси матеріалу [3]. За даними роботи [4] в середньостатистичній трьох-

кімнатній квартирі знаходиться ≈ 190 кг виробів з пластмаси. Переважна кількість з них це вироби на основі ПВХ: лінолеум, труби, рами, ізоляція кабелів, побутова техніка ін. Отже при пожежі в квартирі тільки від горіння ПВХ в повітря виділяється декілька десятків м^3 хлороводню.

В роботі [5] встановлено: час теплозахисної дії гелевих плівок на основі $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95\text{SiO}_2 - \text{CaCl}_2$ у 2 рази більший ніж води. Протягом досліджень, під шаром гелю, спостерігалася стабілізація температури у межах $80 - 100$ °С та $180 - 190$ °С.

Постановка завдання та його вирішення. Задачею роботи є дослідження впливу кількісного складу ГУС $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95\text{SiO}_2 - \text{CaCl}_2$ на вогнезахист пластмас на основі ПВХ. Виходячи з властивостей ГУС та даних по температурі початку термічного розкладання ПВХ було зроблено припущення: використання ГУС для ліквідації горіння виробів з пластмас, дозволить відсунути час початку їх розкладання та зменшить інтенсивність виділення отруйних речовин. Під час гасіння пожежі підрозділи МНС виконують роботи по захисту конструкцій та матеріалів від теплового впливу. Для цих цілей зазвичай використовується вода, але внаслідок гідрофобності пластмаси, вода практично не залишається на її поверхні. При застосуванні ГУС на матеріалі, що захищається утворюється шар гелю (в якому $\approx 90\%$ води) який міцно утримується на вертикальних та похилих поверхнях.

Для проведення досліджень був обраний полівінілхлорид (ПВХ), як найбільш поширений пластик. Дослідження проводились на облицювальних панелях з ПВХ (ТУ У25.2-31982307-002-2004). Для визначення часу вогнезахисної дії ГУС були проведені експериментальні дослідження на базі переробленого методу визначення групи важкогорючих матеріалів за ГОСТ 12.1.044-89.

ГУС при нагріванні інтенсивно втрачають воду та суттєво змінюють масу, тому вогнезахисна дія оцінювалась за часом займання обробленого зразка без визначення зміни його маси. Для порівняння використовувались необроблені зразки, та зразки, що оброблялись водою методом занурення (час занурення - 1 хвилина).

Методика досліджень полягала у наступному. Зразки виготовлялись розмірами $150 \times 60 \times 2$ мм. На поверхню досліджуваного зразка методом набризкування наносився ГУС силікат натрію - хлорид кальцію з витратою $1,5 - 2$ л/ м^2 (на обробку одного зразка витрачалось $20 - 25$ мл гелеутворюючого складу). При цьому на

поверхні досліджуваного зразка утворювався шар гелю товщиною $(1 \div 1,5)$ мм.

У вогневій камері установки встановлювалась витрата газу, яка відповідала значенню температури газоподібних продуктів згоряння у центрі верхнього патрубку зонту $200 \pm 5^\circ\text{C}$. Після закінчення структуроутворення плівки гелю на поверхні зразка він закріплювався в утримувач установки ОТМ, після чого вводився у вогневу камеру. Температура газів у вогневій камері вимірювалась за допомогою термопари ТХА, яка розташовувалась у геометричному центрі верхнього патрубку зонту, та вимірювального блоку А565. За допомогою секундоміру фіксувався час досягання газів температури 200°C . Час приймався як середнє за підсумками трьох вимірювань.

Дослідження планувалися з використанням симплекс-решітчастого плану [6]. Для обробки результатів досліджень склад ГУС був представлений у вигляді трьохкомпонентної системи „каталізатор гелеутворення (x_1) – гелеутворювач (x_2) — вода (x_3)”.

Для аналізу отриманої математичної моделі була використана властивість системи $\sum_{i=1}^n x_i = 1$ (сума масового вмісту компонентів системи дорівнює одиниці).

Однорідність дисперсій перевірялась за критерієм Кохрена, адекватність отриманих математичних моделей перевірялась за допомогою дослідів у додаткових точках, кількість і розташування яких обиралася з розрахунку переходу до плану проведення експерименту вищого рівня.

Після обробки експериментальних даних була отримана математична залежність часу вогнезахисної дії ГУС на ПВХ від кількісного складу гелеутворюючої системи $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95\text{SiO}_2 - \text{CaCl}_2$ (1).

$$\begin{aligned} \tau = & 406,33 \cdot x_1 + 1200 \cdot x_2 + 126,33 \cdot x_3 + 733,36 \cdot x_1 \cdot x_3 - 1599 \cdot x_3 \cdot x_2 + \\ & + 299,34 \cdot x_2 \cdot x_1 + 2451 \cdot x_1 \cdot x_3 \cdot (x_1 - x_3) + 491,55 \cdot x_3 \cdot x_2 \cdot (x_3 - x_2) - \\ & - 5245 \cdot x_2 \cdot x_1 \cdot (x_2 - x_1) + 6318 \cdot x_1 \cdot x_3 \cdot (x_1 - x_3)^2 + \\ & + 384,99 \cdot x_3 \cdot x_2 \cdot (x_3 - x_2)^2 + 1010,64 \cdot x_2 \cdot x_1 \cdot (x_2 - x_1)^2 + \\ & + 17432 \cdot x_1^2 \cdot x_2 \cdot x_3 - 4548 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3^2 + 9509 \cdot x_1 \cdot x_2^2 \cdot x_3, \end{aligned} \quad (1)$$

Розраховане значення критерію Стюдента свідчить про адекватність отриманої математичної моделі.

Дослідження отриманої математичної моделі виконувалось за допомогою аналізу перетинів поверхонь відклику, які будувались за допомогою пакету прикладних програм Maple 7 на ПЕОМ. Криві рівного рівня були отримані за допомогою спеціалізованої програми Triangle, яка є інструментом для побудови ізоліній на трикутних діаграмах типу склад-властивість (концентраційні діаграми Гиббса-Розебома, симплексні решітки) для трьох параметрів. Отримана діаграма „властивість-склад” з нанесеними кривими однакового рівня (рис.1).

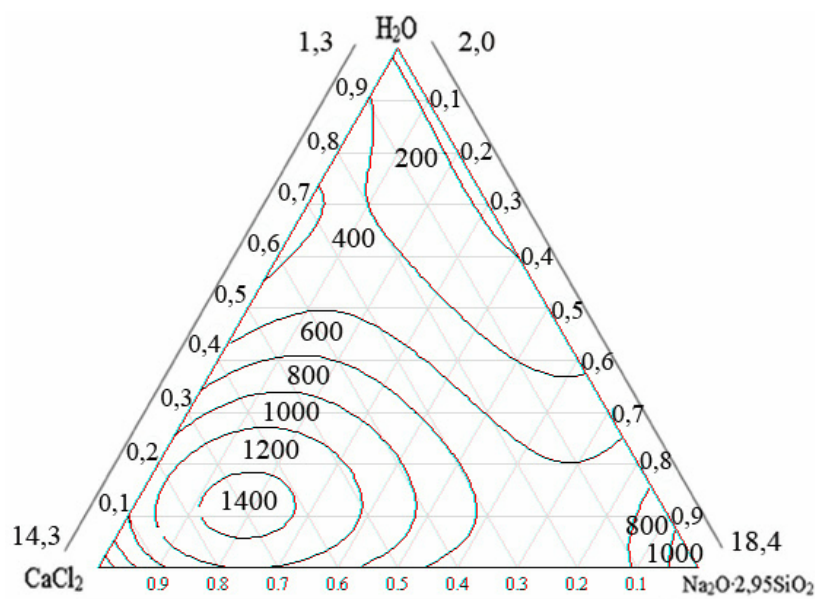


Рис. 1 – Діаграма залежності часу займання ПВХ від складу ГУС (мас. %)

Середній час займання зразків становив: для необроблених зразків - 50 с, оброблених водою методом занурення – 59 с. При проведенні досліджень виявилось при обробці зразків ГУС з концентраціями:

ГУС $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95\text{SiO}_2$ – 20,87%, CaCl_2 – 0,57%;

ГУС $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95\text{SiO}_2$ – 5,03%, CaCl_2 – 12,35%;

ГУС $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95\text{SiO}_2$ – 5,18%, CaCl_2 – 7,58%,

не виникає полум'яного горіння, час вогнезахисної дії склав більше 1200 с, (рис. 2).

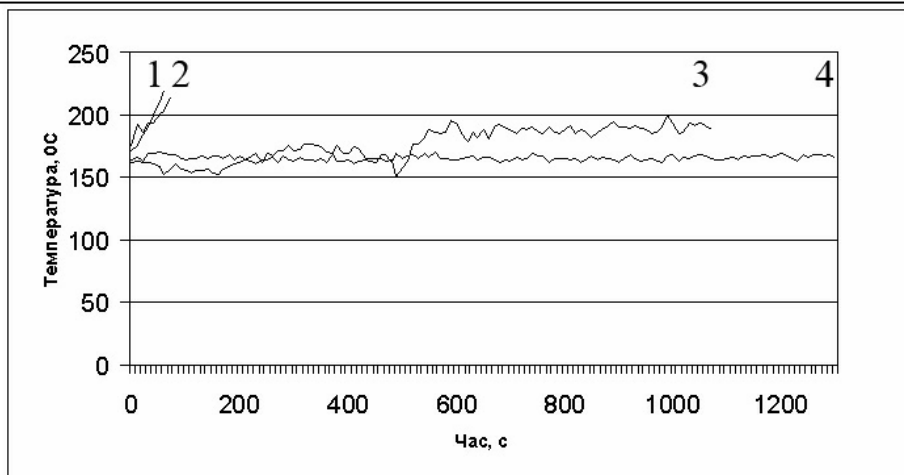


Рис. 2 – Експериментальні залежності температури у верхній частині вогневої камери від часу

- 1 – необроблений зразок ПВХ;
- 2 – зразок ПВХ оброблений водою;
- 3 – зразок ПВХ оброблений ГУС ($\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95\text{SiO}_2$ – 0,91%, CaCl_2 – 11,8%);
- 4 – зразок ПВХ оброблений ГУС ($\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95\text{SiO}_2$ – 20,87%, CaCl_2 – 0,57%).

Висновки. Використання води для захисту від теплового впливу матеріалів з пластику має низьку ефективність. На відміну від матеріалів з деревини, вироби з ПВХ не просочуються водою, тому досягнути надійного вогнезахисту за допомогою рідинних засобів пожежогасіння можна тільки за умови їх безперебійної подачі. Застосування ГУС силікат натрію – хлорид кальцію, зменшує швидкість виділення токсичних речовин внаслідок термічного розкладу ПВХ, відсуває час утворення їх небезпечних концентрацій, надає додатковий час на евакуацію людей з палаючої будівлі. Результати досліджень підтверджують перспективність використання ГУС для попередження надзвичайних ситуацій під час горіння полівінілхлориду.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пудов В.С., Папко Р.А. Критические явления при термической деструкции поливинилхлорида. – Высокомолекулярные соединения, 1970, Т. 12Б, №3, 218-221.
2. Stromberg R.R., Strauss S., Achamer B.G. Thermal decomposition of polyvinylchloride. – J. Polymer Sci., 1959, v 35, #129, p. 355-368.

3. Воробьев В.А., Андрианов Р.А., Ушков В.А. Горючесть полимерных строительных материалов. М., Стройиздат, 1978, 224 с.
4. Ми Зуи Тхань Горючая загрузка в современных жилых помещениях // Пожаровзрывобезопасность. – 2005. Т. 14, №4 – С. 30-37.
5. Кіреєв О.О., Савченко О.В., Тарасова Г.В., Александров О.В. Дослідження теплозахисної дії гелевих плівок // Проблеми пожарной безопасности Сб. науч. тр. АГЗ Украины - Вып. 18 – Харьков: Фолио, 2005. – С. 82 –86.
6. Рузинов Л.П., Слободчикова Р.И. Планирование эксперимента в химии и химической технологии. – М., Химия, 1980. – 280 с., ил.

УДК 614.8

*Садковой В.П., канд. психол. наук, ректор, УГЗУ,
Абрамов Ю.А., д-р техн. наук, гл. науч. сотр., УГЗУ*

ИДЕНТИФИКАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОСЛАБЛЕНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙ НА АЭС

Решена задача идентификации модели системы ослабления последствий аварий на АЭС на примере системы автоматического пожаротушения.

Постановка проблемы. Среди чрезвычайных ситуаций техногенного характера большое место занимают пожары [1]. Последствия таких чрезвычайных ситуаций особенно на объектах стратегического значения, например, на АЭС весьма ощутимы. В этой связи безопасности таких объектов уделяется очень серьезное внимание [2]. Одним из направлений, которое направлено на снижение уровня опасности АЭС, является использование информационных и управляющих систем (ИУС).

Анализ последних исследований и публикаций. Обобщенные сведения о ИУС АЭС в контексте обеспечения их безопасности изложены в [2]. Однако следует отметить, что даже в этой работе практически не рассматривают вопросы касательно обеспе-