

СУХОВОДНІ ВОГНЕГАСНІ ПОРОШКИ З NaCl

Кручко І.М., Дубровіна Л.В., Косигіна І.М.

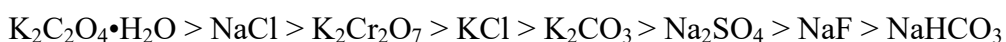
Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В.Думанського НАН України, Київ, Україна

iryna.kruchko03@gmail.com

Для зменшення величезних економічних витрат від пожеж та захисту життя і майна людей особливо важливо розробляти та застосовувати ефективні та екологічно безпечні засоби пожежогасіння. При гасінні переважної більшості пожеж у всьому світі як вогнегасну речовину використовують воду. Це пояснюється наявністю у воді ряду унікальних властивостей, основними з яких є висока охолоджувальна та проникна здатності. Але вода, як вогнегасна речовина, має низку недоліків – низький коефіцієнт використання, заливання об'єктів пожежогасіння, а тому наявність непрямих збитків [1].

Використання порошкових засобів гасіння пожеж суттєво покращує ефективність та якості пожежогасіння. Завдяки своїм перевагам, насамперед високій вогнегасній здатності, в індустріально розвинених країнах використовується досить широкий асортимент різних вогнегасних порошків. Вогнегасні порошки являють собою дрібно подрібнені мінеральні солі з різними добавками, що перешкоджають злежуванню та комкуванню. Вони мають ряд переваг у порівнянні з іншими засобами – виключно високою вогнегасною здатністю, що перевищує здатність таких сильних інгібіторів горіння, як галоїдовуглеводні [2].

За зменшенням вогнегасної ефективності досліджувані солі розташовуються в такому порядку:



З наведених вище даних видно, що найбільше ефективними інгібіторами виявилися оксалат калію та хлориди лужних металів. $K_2C_2O_4 \cdot H_2O$, NaCl, Na_2CO_3 за ефективністю перевищують навіть такі відомі інгібітори, як CF_3Br і $C_2F_4Br_2$. Враховуючи малу токсичність та широку доступність хлоридів лужних металів, найбільш перспективними для створення нових порошків є ці солі.

Розрізняють порошки загального та спеціального призначення. Перші призначені для гасіння звичайних (органічних) горючих речовин та матеріалів. Гасіння цих матеріалів досягається шляхом створення порошкової хмари, яка огортає осередок горіння. Другі призначені для гасіння горючих речовин і матеріалів (наприклад, деяких металів), припинення горіння яких досягається шляхом ізоляції поверхні, що горить від навколишнього повітря. Вогнегасна здатність порошків загального призначення підвищується зі збільшенням їхньої дисперсності (зменшення розміру частинок). Разом з тим, сухі порошкові вогнегасні речовини не мають охолоджувальної дії і практично не можуть згасити повторне займання в осередку пожежі [2, 3].

Останніми роками дедалі більше дослідників почали звертати увагу до суховодні засоби пожежогасіння. Суха вода – новий вид екологічно чистої вогнегасної речовини. Суху воду вперше одержали у другій половині ХХ сторіччя, а термін «суха вода» запропонував Аллан у 1977 р. [4]. Суха вода являє собою мікроскопічну краплю вологи в оболонці, основною речовиною якої частіше всього є гідрофобний діоксид кремнію. Саме завдяки йому молекули води не з'єднуються між собою і вона не розтікається, хоча концентрація води може бути більш ніж 90 %. Зовні суха вода схожа на порошок з гарною диспергованістю. Це свого роду засіб пожежогасіння із мікрокапсульованою водою, що має переваги як водяного туману, так і сухого порошкового засобу пожежогасіння [5]. Суховодні засоби мають відмінні характеристики пожежогасіння (джерело займання нейтралізується за рахунок високого рівня випаровування протягом 10-15 секунд), залишки вогнегасної речовини легко очищаються, не забруднюють навколишнє середовище, мають низьку вартість, а в процесі виробництва практично не утворюються забруднюючі речовини.

Внаслідок своєї гідрофобності суховодні засоби пожежогасіння не тонуть, тому їх ефективно використовувати для гасіння горючих рідин на поверхні води. Для покращення вогнегасних властивостей у суху воду почали додавати водорозчинні солі – антипірени [6].

Метою даної роботи було одержання суховодних вогнегасних порошоків на основі пірогенного гідрофобного метилкремнезему з NaCl та вивчення їх вогнегасних властивостей по відношенню до гасіння бензину на поверхні води.

Суховодний вогнегасний порошок одержували змішуванням дистильованої води з гідрофобним метилкремнеземом (AM-300 - це кремнію діоксид, модифікований метильними групами ($S_{\text{питт}}=300 \text{ м}^2/\text{г}$, розмір частинок 5–7 нм) та NaCl (хч) в міксері при швидкості 15000 об/хв протягом 10 с. Було виготовлено зразки, що містять 10 мас.% метилкремнезему, 2, 10 мас.% NaCl та відповідну кількість води (10AM/90H₂O, 10AM/88H₂O/2NaCl, 10AM/80H₂O/10NaCl).

Насипну густину визначали по відношенню маси вільно засипаного порошку до об'єму цього порошку. Мікрофотографії суховодних порошоків одержували за допомогою оптичного мікроскопа Laboval 4.

Експериментальне дослідження вогнегасних властивостей проводили по гасінню бензину А-92, який заливався у керамічне деко поверх шару води, як і у дослідах з гасіння пожежі класу В [6]. Розпилювання суховодного вогнегасного порошку на палаючий вогонь проводили за допомогою модифікованого пристрою, що описано у [7, 8].

На рис. 1 представлено фото- мікрофотографії одержаного суховодного порошку з вмістом NaCl 2 мас. %. Візуальних відмінностей сухої води від суховодного порошку з NaCl не було знайдено. Розмір і структура частинок зразків сухої води і зразків суховодних вогнегасних порошоків з NaCl на мікрофотографіях також не відрізняються.

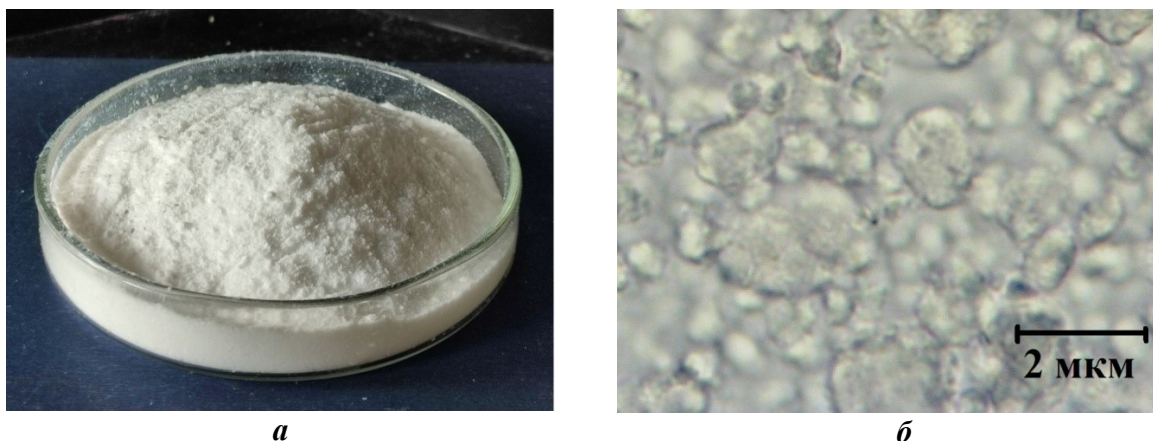


Рис. 1 Фото- та мікрофотографії одержаного суховодного порошку з вмістом NaCl 2 мас. %

Суховодний порошок (рис. 1б) є полідисперсною системою – більшість частинок є поодинокими дрібними частинками розміром менше 1 мкм, крім цих мікрокапсул є агломерати з розміром біля 2 мкм. У частинок суховодного порошку чітко простежується хороша інкапсуляція краплин води.

В таблиці наведено деякі властивості одержаних суховодних порошоків, включаючи вогнегасні. Як видно з таблиці, зі зростанням вмісту NaCl у суховодному порошокі зростає насипна густина і покращуються вогнегасні властивості. Для порівняння у таблиці наведено властивості сухої води без NaCl. Хоча її вогнегасні властивості майже не відрізняються від суховодних вогнегасних порошоків з 2 мас.% NaCl, але витрати на гасіння бензину по масі значно більша. Підвищення концентрації NaCl від 2 до 10 мас. % у порошокі покращує його вогнегасні властивості – зменшуються час гасіння і витрати суховодного порошку на гасіння шару бензину на поверхні води.

Насипна густина і вогнегасні властивості «суховодних» порошоків з NaCl

Склад «суховодного» порошку, %	Насипна густина, г/см ³	Час гасіння шару бензину на воді, с	Витрати «суховодного» порошку на гасіння 1 см ² площі пожежі, г
10AM/90 H ₂ O	0,3278	5	0,137
10AM/88H ₂ O/2 NaCl	0,4556	5	0,125
10AM/80 H ₂ O/10NaCl	0,4337	3	0,09

На рис. 2 представлено результати гасіння шару бензину на поверхні води, з яких видно, що під впливом потоку розпилюваного суховодного порошку полум'я зменшується і поступово гасне.

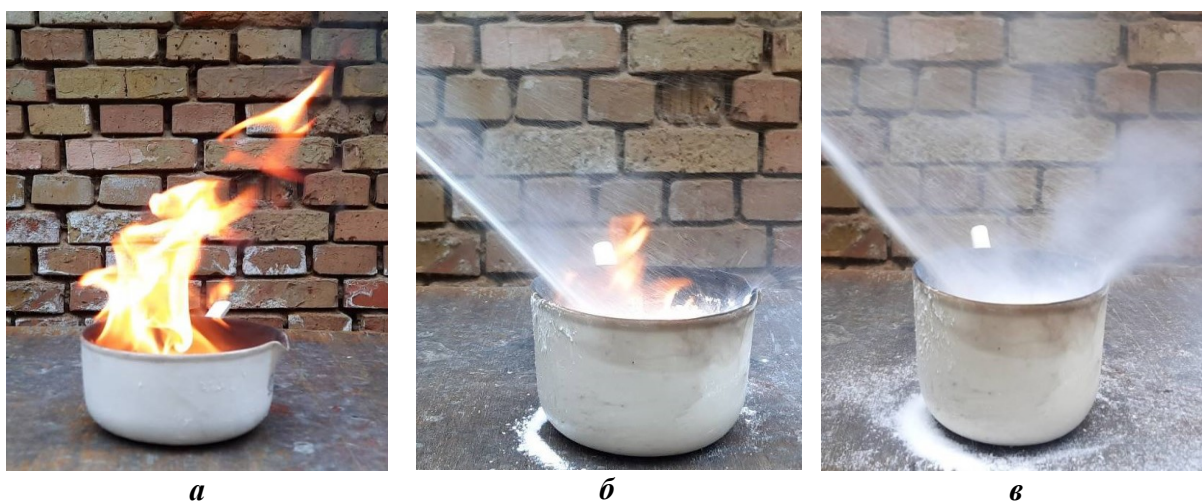


Рис. 2 Гасіння горіння бензину на поверхні води суховодним вогнегасним порошком з бентонітом. *а* – горіння бензину; *б* – процес гасіння вогню; *г* – вогонь погашено

Таким чином, при додаванні NaCl у суху воду вдалося одержати суховодний вогнегасний порошок з дуже хорошими властивостями.

1. Баратов А.Н., Андрианов Р.А., Корольченко А.Я., Михайлов Д.С., Ушков В.А., Филин Л.Г. Пожарная опасность строительных материалов. - М.: Стройиздат, 1988. – 240 с.
2. Абрамов Ю.А., Киреев А.А. Гелеобразующие огнетушащие и огнезащитные средства повышенной эффективности применительно к пожарам класса А. – Харьков: НУГЗУ, 2015. – 254 с.
3. Козяр Н.М. Механізм дії та методологія розроблення рецептур порошкових вогнегасних засобів для гасіння пожеж класу А // Пожежна безпека.–2014.- № 24. – с. 79-84.
4. Allan B.D. Drywater.– US патент 4008170. - Опубл. 1977.
5. Forny L., Saleh K., Pezron I. et al. Influence of mixing characteristics for water encapsulation by self-assembling hydrophobic silica nanoparticles // PowderTechnology. – 2009. – V. 189, No 2. - P. 263-269.
6. Wang Q., Wang F., Li C., Li Z., Li R. Fire extinguishing performance and mechanism for several typical dry water extinguishing agents // RSC Adv. – 2021. – V. 11. – P. 9827–9836.
7. Wang Y., Zhu G., Chai G., Zhou Y., Chen C., Zhang W.. Experimental study on the effect of release pressure on the extinguishing efficiency of dry water. // Case Studies in Thermal Engineering. - 2021. - 26 (August). - 101177. DOI: 10.1016/j.csite.2021.101177.39/d1ra00253h.
8. Корольченко Д.А. Анализ процесса тушения пламени горючих жидкостей дисперсными огнетушащими веществами и пеней низкой кратности // Пожаровывобезопасность. – 2016. – Т. 39, № 5. – с. 51-58.