

і СаО, який виділяється при розкладі СЗА. При цьому, проходить зчеплення зерен порошків та збільшення міцності.

Таким чином, механоактивація є одним із ефективних шляхів максимального використання потенційних можливостей портландцементу, а також одним із найбільш ефективних способів механічної активації, який при значному скороченні енергетичних витрат дозволяє стати на шлях розробки ефективних композиційних в'язучих. Експериментально підтверджена можливість використання підвищеної кількості активних мінеральних додатків для одержання жаростійких композиційних в'язучих. Показано, що мінеральні добавки в складі портландцементу зв'язують Са(ОН)₂ у гідроалюмінати і гідросилікати кальцію, що сприяє ущільненню структури цементного каменю та запобігає руйнуванню цементного каменю при дії на нього високих температур.

ЛІТЕРАТУРА

1. Некрасов К.Д., Шейкин А.Е. Федоров А.Е. Влияние нагревания на прочность тяжелого бетона. Труды НИИЖБа «Жаростойкие бетоны», - Госстройиздат, - 1964.
2. Державний стандарт України ДСТУ Б В.2.7-46-96. Цементи загально будівельного призначення. - К.: Держкоммістобудування, 1996. - 16 с.
3. Т.Б. Юзьків, М.З. Лоза. Вплив високих температур на міцність композиційних портландцементів з механохімічною активацією. Збірник наукових праць "Пожежна безпека" №6, ЛПБ, 2005 р. С.68-70.
4. Мельников Ф.И. Физико-химические процессы, протекающие в жароупорных растворах и бетонах на портландцементе. Труды НИИЖБа «Технология и свойства жароупорных бетонов», - Госстройиздат, - 1959.

УДК 614.843

Кузьо І.В. д.т.н., професор (Національний університет "Львівська політехніка"),
Луц В.І. (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ТРАНСПОРТУВАННЯ СТРУМЕНЯ ПОВІТРЯНО-МЕХАНІЧНОЇ ПІНИ СЕРЕДНЬОЇ КРАТНОСТІ СТРУМЕНЕМ ПОВІТРЯНО-МЕХАНІЧНОЇ ПІНИ НИЗЬКОЇ КРАТНОСТІ

В статті розглядаються проблеми транспортування струменя повітряно-механічної піни середньої кратності двома струменями такої ж піни низької кратності, приводиться опис установки для здійснення цієї задачі. Розглядається математична модель сумісного польоту пінних струменів різної кратності, аналізуються результати теоретичних та експериментальних досліджень.

При гасінні пожеж легкозаймистих рідин (бензин, нафта, мазут та ін.) пожежно-рятувальними підрозділами МНС України широко використовують генератори піни середньої кратності. Як відомо [1], гасіння пожежі піною є ефективним лише при певному значенні її кратності, так званій оптимальній кратності (K_{opt}), наприклад, гасіння легкозаймистих рідин в резервуарах: $K_{opt}=80...100$. Однак висока кратність піни забезпечує не тільки високу ефективність гасіння пожежі, але й має один суттєвий недолік – невелику дальність подачі струменя піни піногенератором. Така властивість піни [2] високої кратності полягає в її дуже малій питомій густині та низькій початковій швидкості отриманої піни, а отже - низькому значенні кінетичної енергії струменя. Невелика довжина струменя піни (6...8 м) потребує наближення пожежника до вогню, що є не завжди можливим, і завжди –

небезпечним. Зниження кратності піни призводить до збільшення довжини струменя і до зменшення ефективності гасіння пожежі. Тому в підрозділах пожежної безпеки використовують [3] телескопічні підйомники – пінозливи з механічним та гідравлічним приводами, які дозволяють подавати піну в резервуари з палаючими нафтопродуктами висотою 6-12 м шляхом закріплення ГПС-600 на кінці висувної штанги. Однак часто виникають ситуації, що унеможливають використання підйомників. Наприклад, складність рельєфу місцевості де відбувається пожежа, коли на розгортання підйомника, як правило, не має ні часу, ні можливостей.

Використання повітряно-пінних стволів, як ручних, типу СПП-2, СПП-4, СПП-8 (продуктивністю по піні відповідно 2,4 і 8 м³/хв.) дозволяє [3] оперативно подавати піну на відстань 15...20 м. Однак низька кратність піни $K = 10...20$ далека від оптимальної для гасіння нафтопродуктів.

На сьогодні, в Росії, сконструйовано ряд установок для подачі на велику відстань (до 30 м) піни середньої кратності під загальною назвою “Пурга” [4]. Розроблено та впроваджено різні модифікації таких установок, що безумовно підвищує ефективність пожежегасіння резервуарів із легкозаймистими рідинами.

Однак, недостатньо висока кратність повітряно-механічної піни ($K = 30...40$) і високі витрати піноутворювача загального призначення („Сніжок”, ТЕАС, „Морозко”) залишають проблему гасіння цистерн із легкозаймистими рідинами відкритою для конструкторів та науковців.

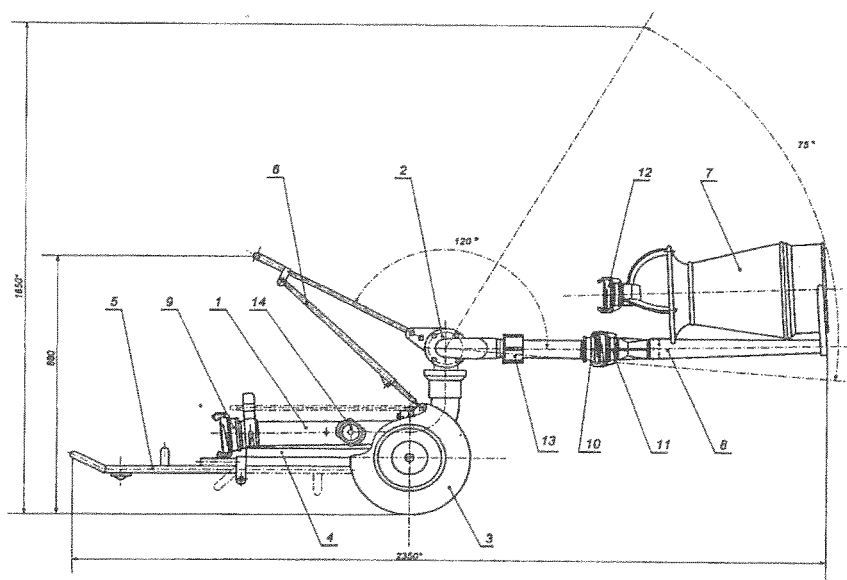


Рис.1. Конструкція комбінованого лафетного ствола:

- 1 – трубопровід; 2 – основа ствола; 3 – колесо; 4 – рама; 5 – підрамник; 6 – стійка;*
- 7 – генератор піни середньої кратності; 8 – ствол повітряно-пінний;*
- 9,10,12 – головки муфтві відповідних діаметрів;*
- 11 – головка цапфова; 13 – гайка; 14 – головка заглушка.*

У ЛДУБЖД МНС України цю проблему вирішують таким чином. На пересувному лафеті (3), який наведено на рис.1, закріплюється два ручних повітряно-пінних стволи (8) типу СПП-2 (кратність піни 15-20). Зверху, між цими стволами, розташовано генератор піни середньої кратності (7) (кратність 200) нового типу ГПС-1000, який розроблений працівниками нашого університету. При роботі два паралельні струмені піни низької кратності виконують функцію транспортування струменя піни середньої кратності в зону горіння. Довжина трьох паралельних струменів сягає 25...30 м при нахилі стволів до горизонту 30°. При необхідності, для подачі піни низької кратності, генератор піни середньої

кратності може бути відключений. В цьому випадку довжина струменів значно зростає (35 – 40 м).

Для визначення дальності польоту струменів піни різної кратності та оптимізації конструктивних параметрів установки побудуємо математичну модель процесу.

Траєкторії сумісного руху струменів повітряно-механічної піни визначимо склавши рівняння сумісного руху двох матеріальних точок, які взаємодіють між собою силами в'язкості, жорсткості та адгезії. В межах такого припущення траєкторія гідравлічного струменя описується системою чотирьох зв'язаних диференціальних рівнянь:

$$\begin{aligned} \ddot{x}_1 + k_1 \dot{x}_1 + \mu \cos \varphi (\dot{x}_1 - \dot{x}_2) + c(x_1 - x_2) + \mu(\dot{x}_1 - \dot{x}_2) &= 0 \\ \ddot{x}_2 - k_2 \dot{x}_2 - \mu \cos \varphi (\dot{x}_1 - \dot{x}_2) - c(x_1 - x_2) - \mu(\dot{x}_1 - \dot{x}_2) &= 0 \\ \ddot{y}_1 + k_1 \dot{y}_1 + \mu \cos \varphi (\dot{y}_1 - \dot{y}_2) + c(y_1 - y_2) + \mu(\dot{y}_1 - \dot{y}_2) &= -g \\ \ddot{y}_2 - k_2 \dot{y}_2 - \mu \cos \varphi (\dot{y}_1 - \dot{y}_2) - c(y_1 - y_2) - \mu(\dot{y}_1 - \dot{y}_2) &= -g \end{aligned} \quad (1)$$

де: - x_1, y_1 - горизонтальна та вертикальна координати частинки струменя піни середньої кратності; - x_2, y_2 - горизонтальна та вертикальна координати частинки струменя піни низької кратності; - $k_1 = 4k_{1c}(\rho_1 D_1)^{-1}$; $k_2 = 4k_{2c}(\rho_2 D_2)^{-1}$ - k_{1c}, k_{2c} - коефіцієнти опору [5]; ρ - питома густина піни; D_1, D_2 - діаметри насадок стволів; g - прискорення земного тяжіння; крапка над символом означає похідну за часом t ; μ - динамічна в'язкість [6]; $\varphi = \arctg\left(\frac{\dot{y}_1}{\dot{x}_1}\right)$; c - сумарна жорсткість повітряно-механічної піни.

Систему рівнянь доповнюємо початковими умовами:

$$x_1(0)=0; y_1(0)=l; \dot{x}_1(0)=V_{01} \cos \alpha_0; \dot{y}_1(0)=V_{01} \sin \alpha_0 \quad x_2(0)=0; y_2(0)=l; \dot{x}_2(0)=V_{02} \cos \alpha_0; \dot{y}_2(0)=V_{02} \sin \alpha_0$$

де: α_0 - кут нахилу осі ствола до горизонту; V_{01} - початкова швидкість струменя піни середньої кратності, пов'язана з вихідним напором H_1 залежністю $V_{01} = \sqrt{2gH_1}$; V_{02} - початкова швидкість струменя піни низької кратності, пов'язана з вихідним напором H_2 залежністю $V_{02} = \sqrt{2gH_2}$.

Побудова точного аналітичного розв'язку системи рівнянь з вище згаданими умовами неможлива, тому використаємо чисельний метод Рунге-Кутта з реалізацією його на ЕОМ.

На рис.2-4 наведено розв'язки системи рівнянь (1). Суцільною кривою зображено параметри струменя низької кратності, а штрихпунктирною - середньої.

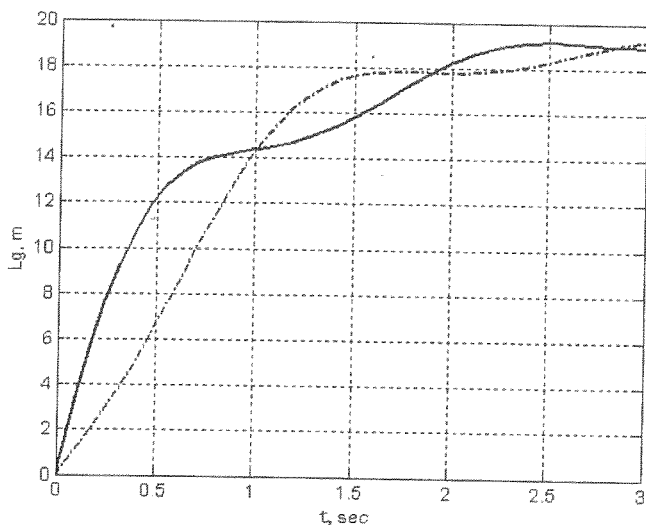


Рис.2. Переміщення струменів в горизонтальному напрямі.

На рис. 2 представлено горизонтальну проекцію струменів – довжину польоту струменів. Слід відмітити, що при цих же умовах, дальність польоту струменя середньої кратності ($K=100$) становить 7 м, а струменя низької кратності ($K=20$) становить 45 м. Як видно із рис. 2, при сумісному польоті дальність становить 19 м. Тобто струмінь низької кратності, транспортуючи на собі струмінь середньої кратності пригальмовує свій рух.

На графіку видно коливальні процеси, які протікають під час взаємного руху струменів. Природа коливань – пружна взаємодія струменів при малій дисипації. Слід відмітити, що взаємні коливальні процеси при переміщенні струменів спостерігалися візуально і при проведенні експериментальних робіт.

Аналогічні висновки можна зробити і щодо вертикальної проекції переміщень (рис. 3) повітряно-механічних пінних струменів при їх сумісному русі.

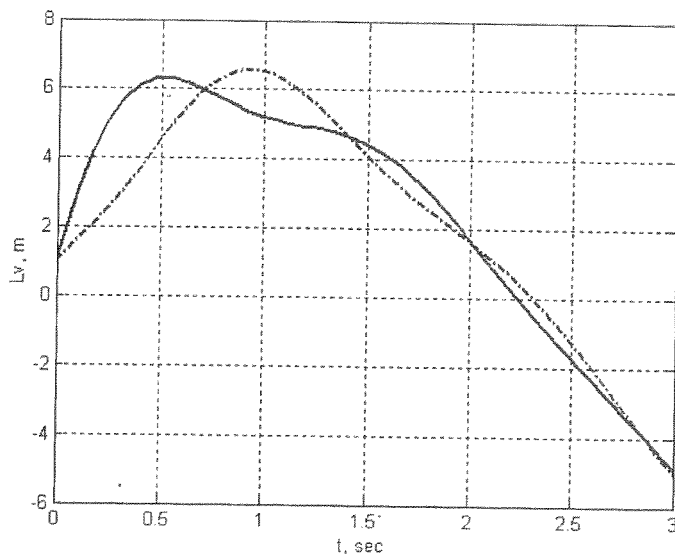


Рис.3. Переміщення струменів у вертикальному напрямі.

На рис. 4 представлено траєкторію взаємного сумісного польоту струменів. Як видно, коливання характерні лише в кінцевій ділянці траєкторії, що спостерігалось і на практиці.

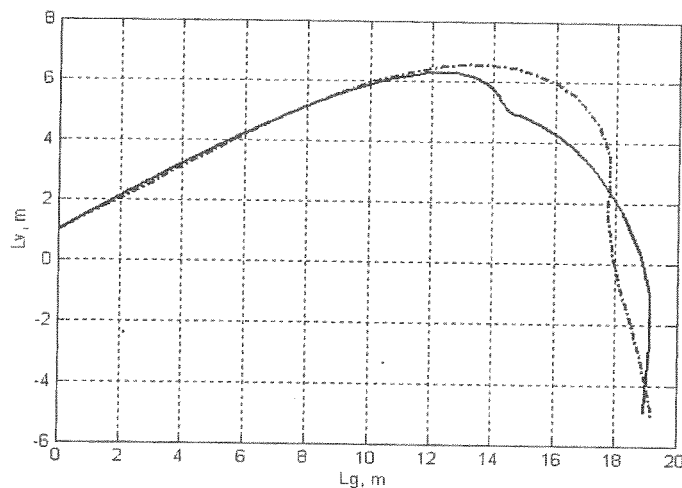


Рис.4. Траєкторія сумісного польоту струменів.

Експериментальні дослідження проводились на установці, що була виготовлена згідно з технічним завданням на дослідно-конструкторську роботу «Розробка пристрою для гасіння цистерни з горючими та легкозаймистими рідинами» по договору № 656/03-90/03 ЦПІХ

між Львівським інститутом пожежної безпеки МНС України і Укрзалізницею, з метою визначення необхідної кількості струменів низької кратності для підтримки струменя високої кратності та порівняння теоретичних і експериментальних результатів.

Ефективність транспортування оцінювалась процентними втратами піни під час її польоту. Після роботи установки протягом 60 секунд вимірювався загальний об'єм піни на майданчику та робився перерахунок цього об'єму по довжині.

На рис.5 представлено графічну залежність об'єму піни (%) від відстані польоту при використанні одного ствола СПП-2 в якості транспортера струменя піни з піногенератора ГПС-1000. Як видно із рисунка, на перших п'яти метрах від установки слідів піни не виявлено. Однак на основну ділянку, що знаходилася на відстані від 22 до 26 м припадає близько 75 % піни. Решта, як видно, "губиться" по дорозі.

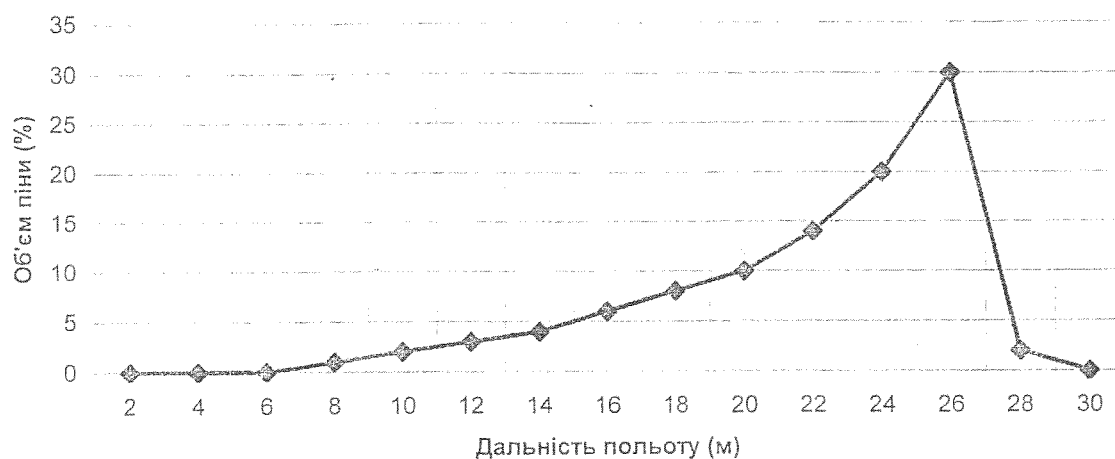


Рис.5. Експериментальна залежність об'єму піни (%) від відстані польоту при використанні одного ствола СПП-2.

Аналогічні експерименти проводились при використанні двох стволів СПП-2 в якості транспортера струменя піни з піногенератора ГПС-1000. Як видно із рис.6, сліди загубленої піни починаються після 9-10 м польоту, а на основну ділянку (22 – 27 м) припадає близько 90 % піни, що вказує на істотне підвищення ефективності роботи при використанні двох стволів СПП-2.

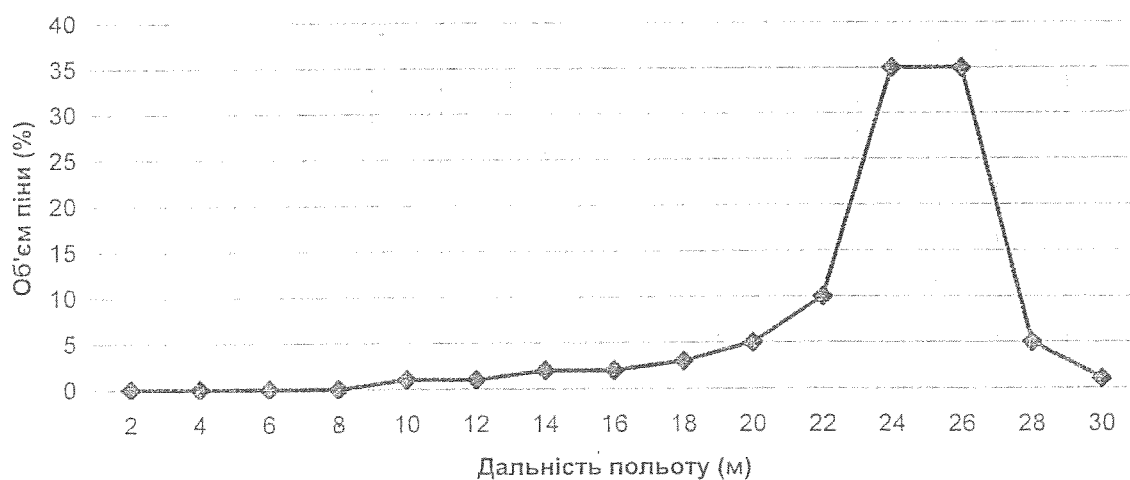


Рис.6. Експериментальна залежність об'єму піни (%) від відстані польоту при використанні двох стволів СПП-2.

Слід також відмітити розбіжність теоретичних та експериментальних даних щодо дальності польоту струменя. На нашу думку причиною цього є деяка невідповідність коефіцієнтів аеродинамічного опору струменів, що буде предметом подальших експериментальних досліджень.

Отримані результати попередніх теоретичних та експериментальних досліджень вказують на високу ефективність транспортування струменя повітряно-механічної піни середньої кратності струменями повітряно-механічної піни низької кратності, що можливо використати при створенні нової техніки для безпечного гасіння пожеж легкозаймистих рідин.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Иванников В. П., Ключ П. П. Справочник руководителя тушения пожара. – М.: Стройиздат, 1987. – 288 с.*
2. *Піноутворювачі спеціального призначення, що використовуються для гасіння пожеж водонерозчинних і водорозчинних горючих рідин. Загальні технічні вимоги і методи випробувань. ДСТУ 4041 – 2001. – К.: Держстандарт України, 2001.*
3. *Пожарная техника. Каталог – справочник. - М.: ЦНИИТЭстроймаш, 1970. – 660 с.*
4. *Рекомендации по тушению пожаров установками комбинированного тушения пожаров (УКТП) типа «Пурга» и применению специализированного пожарного поезда для ведения работ по тушению пожаров и аварийной разгрузке цистерн с нефтепродуктами. – М.: «Транспорт», 2002. - 68 с.*
5. *Ольшанський В., Халипа В. Визначення траєкторії гідравлічного пожежного струменя. // Пожежна безпека. №6, 004 С.30-31.*
6. *Качалов А.А. Гидравлические сопротивления при движении воздушно-механической пены по трубопроводам и пенные струи. Автореферат на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва. 1970.*

УДК 614.842

Ю.В. Цапко, к.т.н., с.н.с., Р.В. Ліхнівський, к.х.н.

(Український науково-дослідний інститут пожежної безпеки МНС України)

І.Г. Маладіка (Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чернобиля)

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНГІБУВАЛЬНИХ ТА ТЕРМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОГНЕЗАХИСНОЇ КОМПОЗИЦІЇ

Проведені дослідження інгібувальних властивостей водних розчинів неорганічних солей та їх сумішей при введенні їх в полум'я н-гептану, а також термогравіметричні дослідження процесів термічної деструкції солей в динамічному режимі із застосуванням дериватографа Q-1500 D.

Спосіб просочення зводиться до введення в масу матеріалу спеціальних вогнегасних речовин - антипіренів [1-6]. Отримана матеріалом у цьому випадку опірність вогню являється найбільш високою в порівнянні з показниками, які отримуються при використанні інших способів вогнезахисту.

Існує декілька теорій, які пояснюють вогнезахисну дію солей на деревину [7]. Згідно з газовою теорією, вогнезахист матеріалу відбувається в результаті виділення водяної пари, аміаку, діоксиду вуглецю, галогеноводнів і т. ін. внаслідок розкладу солей. Згадані гази розбавляють летючі легкозаймисті продукти піролізу целюлози, що призводить до зменшення інтенсивності горіння. Інша теорія припускає утворення на поверхні матеріалу