

*Е.М.Гуліда, д-р т.н., проф., Я.В.Панів
(Львівський інститут пожежної безпеки МНС України)*

КОЛОВОГВИНТОВИЙ МЕТОД ПОДАЧІ КОМПАКТНОГО СТРУМЕНЯ РІДИНИ У ВОГНИЩЕ ПОЖЕЖІ

Розглянуто новий коловогвинтовий метод подачі компактного струменя рідини у вогнище пожежі. Теоретично визначені основні технічні характеристики цього методу, для якого необхідно використовувати вібраційні лафетні стволи, тобто лафетні стволи нового покоління. Отримані результати є основою для конструювання таких стволів.

Сучасний стан проблеми. Для подачі компактного або розпиленого струменя рідини у вогнище пожежі в більшості випадків використовують пожежні ручні та лафетні стволи, які приєднуються до кінця напірних рукавних ліній. Наприклад, довжина водяного компактного струменя для ручних пожежних стволів коливається в межах від 28 м до 32 м, а розпиленого з кутом факела 60° - до 12 м [1]. Для лафетних стволів, внаслідок збільшення діаметра насадки, ці довжини приблизно збільшуються в 2...2,5 рази. Характерною особливістю компактних струменів є те, що вони відрізняються значною дальністю польоту та сильною динамічною дією, але мають локальний характер гасіння вогнища пожежі. Тому при значних розмірах пожежі, наприклад, лісової, компактні струмені не дають значного ефекту. Розпилені водяні струмені призначені лише для осаджування продуктів горіння, а їх динамічна дія дуже мала [2].

Тому ставиться задача розробити такий метод подачі компактного струменя у вогнище пожежі, який би забезпечував значну дальність польоту, сильну динамічну дію та захоплював значну площу вогнища пожежі, що б дало можливість значно підвищити ефективність гасіння пожежі.

Мета роботи. На підставі аналізу сучасного стану методів подачі компактного струменя у вогнище пожежі ставиться мета, яка полягає в розробці коловогвинтового компактного струменя для подачі рідини у вогнище пожежі з використанням вібраційного лафетного ствола.

Коловогвинтовий метод подачі компактного струменя рідини у вогнище пожежі. Для коловогвинтового методу подачі рідини була розроблена конструкція вібраційного лафетного ствола, принцип дії якого зображено на рис. 1. Основою конструкції є вібраційний стіл 2, на якому закріплено ствол 1. Вібраційний стіл 2 підресорюється за допомогою пружин 3 до основи 7, яка може обертатися навколо вертикальної осі. Коливання вібраційного стола 2 здійснюються дисбалансами 4, які закріплені на валу та за допомогою підшипникових вузлів до стола. Вал дисбалансів з'єднується з електродвигуном 6 за допомогою еластичної муфти 5. При обертанні дисбалансів 4 навколо своєї осі виникає відцентрова сила, яка і приводить в коливний рух стіл 2 разом зі стволом 1. Якщо жорсткість пружин 4 буде однаковою в вертикальній та горизонтальній площинах, то стіл 2 при обертанні дисбалансів 4 буде виконувати колові коливання навколо осі X, що і дає можливість створити при виході зі ствола 1 під тиском компактного струменя рідини його коловий рух з переміщенням по гвинтовій лінії вздовж осі X.

Для визначення основних параметрів компактного коловогвинтового струменя виділимо на струмені елементарний об'єм dV і прикладемо до нього сили, що діють на цей об'єм (рис. 1): F – сила з якою струмінь виходить зі ствола; F_e – колова сила компактного струменя; F_ω – відцентрова сила; G – сила земного тяжіння; $F_{оп}^x, F_{оп}^z$ - сили опору повітря відповідно

вдovж осі X та при обертанні струменя навколо осі X; α – кут між напрямком сил F і F_e ; $\alpha = 90^\circ - \beta$, де β – кут підйому гвинтової лінії струменя

$$\beta = \arctg \frac{P}{2\pi R};$$

де P – крок гвинтової лінії струменя; R – початковий радіус кола витка струменя, який розглядається при виході компактного струменя з насадки ствола та дорівнює половині амплітуди A коливання вібраційного стола 2 (рис. 1).

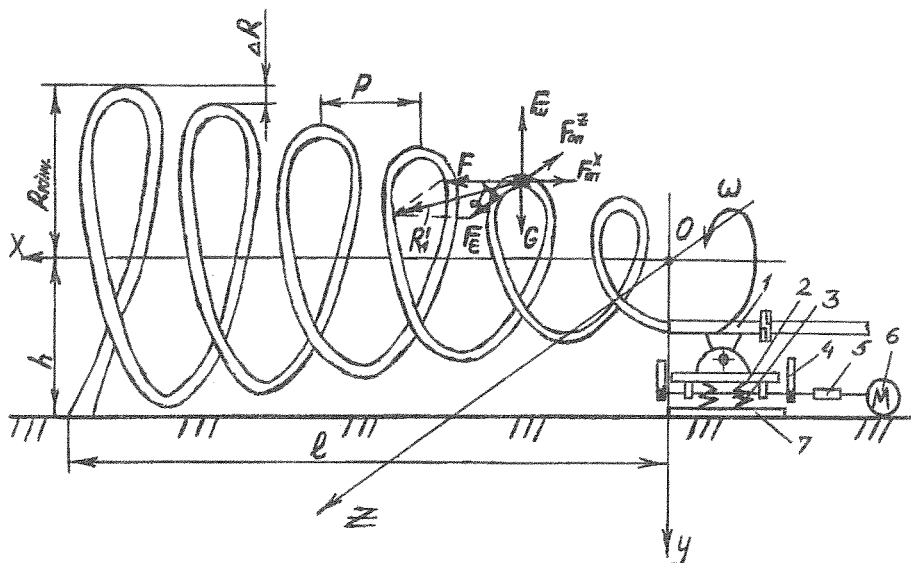


Рис. 1. Принцип дії та конструкція вібраційного лафетного ствола

Крок гвинтової лінії компактного струменя можна знайти з використанням залежності [3]

$$P = \varphi \sqrt{2gH} \frac{60}{n};$$

де φ – коефіцієнт, який враховує конструктивні особливості насадки ствола; H – напір рідини на виході зі ствола, м; n – частота обертання вала дисбалансу, хв.⁻¹.

Спроекуємо сили, які діють на елементарний об'єм dV на осі X і Z. Тоді отримаємо значення результуючих сил Q_x і Q_z , що діють в напрямку, паралельному цим осям

$$F - F_{оп}^x + F_e \cos \alpha - F_{оп}^z \cos \alpha = Q_x; \quad (1)$$

$$F_e - F_{оп}^z + F \cos \alpha - F_{оп}^x \cos \alpha = Q_z. \quad (2)$$

Визначимо значення складових рівнянь (1) і (2):

$$F = P_a S; F_{оп}^x = 4P_{ат} r^2 \sin \alpha; F_e = \varepsilon(R + \Delta R)m; F_{оп}^z = P_{ат} S,$$

де P_a – абсолютний тиск рідини при виході зі ствола; S – площа поперечного перерізу отвору насадки; $P_{ат.}$ – атмосферний тиск; r – радіус поперечного перерізу отвору насадки; ε – кутове пришвидшення компактного струменя; ΔR – збільшення радіуса обертання компактного струменя за один оберт; m – маса елементарного об'єму dV .

Для визначення невідомих значень чинників m і ΔR скористаємося наступним. Маса елементарного об'єму dV дорівнює добутку її об'єму на густину ρ . Виходячи з припущення, що елементарний об'єм dV компактного струменя є циліндром, поперечний переріз якого – це коло радіуса r , а довжина $2r$, можна записати

$$m = 2\pi r^3.$$

Значення чинника ΔR визначаємо за умови розміщення елементарного об'єму струменя у верхньому та нижньому положеннях одного гвинтового кільця, тобто в площині, яка проходить через осі Y та X . У верхньому положенні відцентрова сила F_ω , яка прикладена до елементарного об'єму, буде направлена вгору, а сила ваги цього об'єму G – вниз. Тоді

$$G - F_\omega = ma_1, \quad (3)$$

де a_1 – пришвидшення елементарного об'єму в напрямку осі Y .

В свою чергу $F_\omega = mR\omega^2$, де ω – кутова швидкість, $\omega = \pi/30$. Після підстановки значення F_ω в рівняння (3) та скорочення на m , отримаємо

$$a_1 = g - R\omega^2.$$

Аналогічно для нижнього положення

$$a_2 = g + R\omega^2.$$

На підставі визначених пришвидшень знаходимо величини переміщень елементарного об'єму компактного струменя вздовж осі Y в верхньому та нижньому його положеннях, а їх різниця дає можливість визначити величину ΔR

$$\Delta R = \frac{1800R\omega^2}{n^2} = 2\pi^2 R.$$

Відповідно кутове пришвидшення кологвинтового компактного струменя буде

$$\varepsilon = -4\pi^3 R.$$

Для визначення довжини польоту l (рис. 1) компактного кологогвинтового струменя при розміщенні ствола горизонтально, тобто вздовж осі X на висоті h від основи поверхні, необхідно отримати значення результуючої сили F_x , яка діє при переміщенні кологогвинтового струменя вздовж осі X . Для цього на першому етапі визначимо результуючу силу Q від дії сил Q_x і Q_z .

$$Q = \sqrt{Q_x^2 + Q_z^2}.$$

Тоді проекція сили Q на вісь X буде визначатися так

$$F_x = Q \cos \left[\arctg \left(\frac{Q_z}{Q_x} \right) \right].$$

З використанням залежності для швидкості компактного струменя [3], отримаємо значення довжини l (рис. 1) компактного коловогвинтового струменя при розміщенні ствола горизонтально

$$l = \varphi \sqrt{\frac{2gF_x \cdot 10^{-4}}{\pi r^2} \cdot \frac{h - R}{\Delta R} \cdot \frac{60}{n}}.$$

Отримані теоретичні залежності дали змогу визначити деякі технічні характеристики вібраційного лафетного ствола. Наприклад, при розміщенні осі X , навколо якої коливається ствол по коловій траєкторії з радіусом R , на висоті $h = 2$ м від основи поверхні при тиску рідини (води) в системі 400 КПа довжина коловогвинтового струменя знаходиться в межах 20...23 м з кінцевим радіусом $R_{\text{кінц.}} = 2$ м, тобто площею покриву приблизно 12,5 м². Довжина струменя збільшується при зменшенні R . При $R = 5$ мм l складає 23 м, а при $R = 20$ мм – $l = 20$ м. Але при збільшенні R значно зростає сила F_x тиску коловогвинтового струменя. Наприклад, при збільшенні R з 5 мм до 20 мм сила F_x зростає приблизно в 11 разів. При встановленні ствола під кутом 10...15° довжина коловогвинтового струменя зростає майже в півтора рази з площею покриву 28 м².

Результати теоретичних досліджень дали можливість зробити такі висновки.

Висновки

1. Розроблено новий коловогвинтовий метод подачі компактного струменя рідини у вогнище пожежі, що набагато збільшує ефективність пожежогасіння за рахунок збільшення площі покриву вогнища при значній силі напору.
2. Результати аналізу показали, що при збільшенні амплітуди коливання ствола, тобто початкового радіуса R колової траєкторії, тиск коловогвинтового струменя зростає.
3. В порівнянні з існуючими лафетними стволами (наприклад, ПЛС-20П) довжина коловогвинтового компактного струменя зменшується (приблизно в два рази), але в десятки разів збільшується площа покриву вогнища пожежі.
4. На підставі отриманих даних доцільна подальша робота в цьому напрямку з виготовленням промислового взірця вібраційного лафетного ствола та проведення досконалих експериментальних досліджень, що сприятиме розвитку нового напрямку в пожежогасінні.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Пожарная техника. В 2 ч. Ч. 1. Пожарно-техническое оборудование/А.Ф.Иванов, П.П.Алексеев, М.Д.Безбородько и др. – М.: Стройиздат, 1988. – 408 с.*
2. *Мальцев Е.Д., Бубырь Н.Ф., Воротынецев Ю.П. и др. Гидравлика и пожарное водоснабжение. – М.: ВИПТШ, 1976. – 447 с.*
3. *Качалов А.А., Воротынецев Ю.П., Власов А.В. Противопожарное водоснабжение. – М.: Стройиздат, 1985. – 286 с.*

*М.І.Поступальський (УПБ та АРР в Миколаївській області ДДПБ МНС України),
В.І.Мартиненко, к.т.н., ст. н.с. (Миколаївська філія Відкритого міжнародного університету «Україна»),
Л.Ю.Голубєв (Випробувальна пожежна лабораторія ВПБ)*

АНАЛІЗ НОРМАТИВНО-ІНФОРМАЦІЙНОЇ БАЗИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖО-, ВИБУХОБЕЗПЕКИ У ВІТЧИЗНЯНОМУ СУДНОБУДУВАННІ І СУДНОРЕМОНТІ

Проведено аналіз нормативних актів, які регламентують вимоги пожежо-, вибухобезпеки у суднобудуванні та судноремонті. Запропоновано багаторівневу систему нормативно-інформаційної бази вітчизняного суднобудування.

Радикальне комплексне поліпшення правил протипожежного захисту суден торгового та рибпромислового флоту у світовому суднопластві на підставі узгоджених конвенційних вимог [11] не дозволяє на сучасному рівні розвитку науки і техніки створити абсолютно пожежобезпечне судно. Пожежі та вибухи на суднах, що експлуатуються, залишаються однією з першорядних причин виходу з ладу суден [13] і загибелі при цьому їх екіпажів та пасажирів [12].

Слід відмітити, що пожежі та вибухи, виникають при побудові та ремонті суден будь-яких типів та призначення на суднобудівних підприємствах незалежно від форми власності в багатьох країнах, також в Україні. Так, в 1995 році при добудові на судноремонтному заводі м. Севастополь вигоріло українське риболовне судно “Анатолий Халин”, а в 1998 році у порту м. Керч на суднобудівному заводі “Залив” у доці загорілося грецьке судно. Протягом двох останніх років на кожному з трьох суднобудівних підприємств м. Миколаєва виникло по одній пожежі на суднах у стадії побудови (один випадок) та у стадії ремонту (два випадки).

Враховуючи те, що замовлення на українських суднобудівних підприємствах до 90 % складаються на даний момент від іноземних судновласників, кожний випадок аварії при будівництві або ремонті від пожежі або від вибуху не тільки принесе підприємству прямі та побічні збитки, але й спричинить втрату інтересу замовників із зняттям контрактних пропозицій у перспективі і, як наслідок, втраті робочих місць і для населення регіонів суднобудування та судноремонту.

Не випадково, згідно із статтею 2 Закону України “Про пожежну безпеку”, забезпечення такої є складовою частиною виробничої діяльності посадових осіб, робітників підприємств усіх галузей та форм власності, також підприємств суднобудування та судноремонту, які відносяться до Міністерства промислової політики, Міністерства транспорту, Міністерства оборони або Комітету рибного господарства України. У відповідності до українського законодавства згідно із статтею 5, власники підприємств або роботодавці несуть відповідальність за стан пожежної безпеки. У числі одинадцяти їх обов’язків першочерговими є:

- у відповідності з нормативними актами по пожежній безпеці розробити та затвердити положення, інструкції або інші нормативні акти, які діють у межах підприємства, та здійснювати постійний контроль за їх дотриманням;
- забезпечувати дотримання протипожежних вимог стандартів, норм, правил;
- організувати навчання робітників правилам пожежної безпеки й вести пропаганду заходів щодо їх дотримання.

Згідно із статтею 6 названого вище Закону України з двох основних обов’язків громадян країни, у тому числі робітників суднобудування та судноремонту, найпершою є – виконання правил пожежної безпеки.