

УДК 614.843.4

*О.М. Тимошенко, О.П. Борис, Т.М. Скоробагатько***ПОШУК ПЕРСПЕКТИВНИХ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ З МОДЕРНІЗАЦІЇ  
ГЕНЕРАТОРА ПІНИ СЕРЕДНЬОЇ КРАТНОСТІ ГПС-600**

Наведено результати пошукової науково-дослідної роботи з визначення перспективних науково-технічних рішень з модернізації генератора піни середньої кратності ГПС-600. Визначено ряд технічних параметрів, що потребують подальших досліджень і які впливають на тактико-технічні характеристики генератора, зокрема на дальність подавання пінного струменя, на його компактність та кратність виробленої піни. Загалом результати досліджень спрямовані на підвищення ефективності застосування генератора ГПС-600 під час гасіння складних та масштабних пожеж.

*Ключові слова:* повітряно-механічна піна, кратність піни, відцентровий розпилювач, кут розпилення струменя розчину піноутворювача, пакет сіток, насадок.

*О. Tymoshenko, O. Borys, T. Skorobahatko***SEARCH OF PERSPECTIVE SCIENTIFIC AND TECHNICAL SOLUTIONS OF  
MODERNIZATION OF MEDIUM RATIO FOAM GENERATOR GPS-600**

Results of the pre-discovery research for the determination of perspective scientific and technical solutions for the modernization of medium ratio foam generator GPS-600 are submitted. A number of construction parameters requiring further researches have been revealed; these influence generator performance, in particular, its jet range, compactness, and the ratio of the foam produced. Results of the research are generally purposed to raising efficiency of medium ratio foam generator GPS-600 application when fighting complicated and large area fires.

*Keywords:* air-mechanical foam, foam ratio, centrifugal sprayer, dispersion angle of the foam solution jet, stack of meshes, nozzles.

Механізм гасіння пожеж піною, що ґрунтується, перш за все, на ізоляції зони горіння від навколишньої атмосфери та на частковій дії з охолодження осередку пожежі. Найбільш ефективно піна застосовується для гасіння пожеж легкозаймистих та горючих рідин.

За способом отримання, піни поділяються на: повітряно-механічні та хімічні.

Важливою структурною характеристикою піни є її кратність, що визначається як відношення об'єму піни до об'єму рідкої фази, з якої отриманий цей об'єм піни. зважаючи на цей показник, повітряно-механічні піни підрозділяються на:

низькократну (кратність до 20);

середньократну (від 20 до 100);

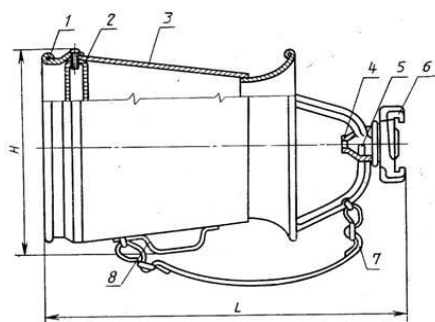
високократну (більше 100).

Досвід застосування пін для пожежогасіння показує, що оптимальна кратність повітряно-механічної піни знаходиться у межах 70-150.

Повітряно-механічна піна знайшла більш широке застосування у практиці пожежогасіння завдяки тому, що пристрої для її отримання мають просту конструкцію та надійні в експлуатації.

Найбільш поширеним у застосуванні пристроєм на теперішній час є генератор типу ГПС-600 (далі – генератор). Генератор представляє собою водоструменевий ежекторний апарат переносного типу і призначений для генерації повітряно-механічної піни середньої кратності у межах від 0 до 100.

Загальний вид генератора наведено на рисунку 1.



- 1 - насадка; 2 - касета сіток; 3 - корпус генератора;  
4- корпус розпилювача; 5 – розпилювач розчину піноутворювача; 6 - головка з'єднувальна ГМ-70;  
7 - ремінь; 8 – ручка

Рисунок 1 – Загальний вид генератора піни середньої кратності ГПС-600

Принцип роботи генератора полягає у такому: розчин піноутворювача під тиском подається в корпус розпилювача 4. Струмін розпиленого розчину піноутворювача, виходячи з розпилювача, підсмоктує за собою зовнішнє повітря, яке перемішується з ним у корпусі генератора 3. Потрапляючи на касету сіток 2, краплі розчину піноутворювача утворюють плівку, з якої утворюється піна. За рахунок набутої кінетичної енергії змішаний потік ежектованого повітря та розчину піноутворювача, виштовхує піну з касети сіток генератора. Більш детально процеси генерації піни відображені у [1], [2].

У даній статті наведені результати пошукової роботи, метою якої було визначення перспективних науково-технічних рішень щодо підвищення тактико-технічних характеристик генератора ГПС-600. При цьому конструктивні зміни повинні бути по можливості мінімальними і стосуватись деталей генератора, які технічно нескладно замінити в умовах експлуатації.

Об'єктом досліджень були процеси, що пов'язані з отриманням та подаванням повітряно-механічної піни, призначеної для пожежогасіння.

Предметом досліджень був пошук факторів, що впливають на покращення тактико-технічних характеристик генератора, зокрема на дальність подавання пінного струменя, на його компактність при збереженні величини кратності отриманої піни у заданих межах. Покращення наведених тактико-технічних характеристик має підвищити ефективність застосування генератора під час гасіння складних і масштабних пожеж та забезпечити безпечну роботу рятувальників.

За результатами аналітичних досліджень патентно-літературних джерел інформації, в якості аналогів було вибрано два генератори: Пурга-5 та BLIZZARD 350, загальний вигляд яких наведено на рисунку 2.



Рисунок 2 – Загальний вигляд генераторів Пурга 5 та BLIZZARD 350

Основні тактико-технічні характеристики генератора ГПС-600 та його аналогів наведено у таблиці 1.

Таблица 1- Тактико-технічні характеристики генераторів

Технічні характеристики	Тип генератора			
	ГПС-600	Пурга-5	BLIZZARD 350	ГПС-600М
Продуктивність піни, л/с, не менше	600	350	270	600
Витрата 4...6% робочого розчину піноутворювача, л/с	5,0-6,0	5,0-6,0	не менше 6,8	не менше 6,0
Тиск розчину перед розпилювачем, МПа	0,4-0,6	не менше 0,8	не менше 0,8	не менше 0,6
Дальність подавання піни, м, не менше	10,0	20,0	20,0	11,0
Кратність піни	70-100	не менше 70	не менше 40	не менше 100
Маса, кг, не більше	4,5	8,0	7,0	5,0

Генератор типу Пурга-5 було вибрано у якості прототипу для проведення подальших досліджень.

Під час проведення випробувань генератора ГПС-600 було встановлено, що, при існуючому в ньому куті конуса розпилювання, частина розпиленого розчину піноутворювача, не досягаючи касети сіток, потрапляє на корпус генератора 3, стікає по ньому донизу та не використовується для генерації піни. Зменшення величини кута конуса розпилювання дозволить більш ефективно використовувати розчин піноутворювача. Крім цього, за певного співвідношення величини кута розпилювання та інших параметрів розпилювача, всередині струменя може утворюватись порожнистість, що також зменшує ефективність роботи генератора.

Конструктивно розпилювач розчину піноутворювача 5 представляє собою відцентрову форсунку. Класична теорія відцентрової форсунки розроблена Г.Н. Абрамовичем [3], подальший свій розвиток теорія отримала у дослідженнях Д. Г. Пажі та В.С. Галустова [4].

Відцентрова форсунка (рис.3) складається з: корпуса 1 з камерою закрутки рідини 2, з вкладишем 3 та вихідним отвором (соплом) 4. У вкладиші 3 під певним кутом  $\beta$  до осі форсунки виконані прорізи. Під час проходження через нахилені прорізи, рідина закручується у порожнині між вкладишем та соплом і, на виході із сопла, під дією відцентрових сил, розпилюється. У статті [5] наведена залежність величини кута конуса розпилювання розчину піноутворювача із форсунки  $\gamma$  від величини кута  $\beta$ .

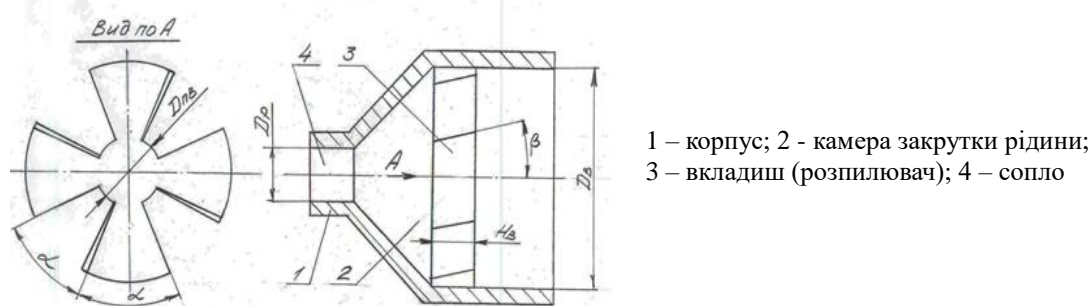


Рисунок 3 – Відцентровий розпилювач

Згідно з [5], визначено параметри розпилювача, які впливають на величину кута  $\gamma$  за формулою (1), за умови, що  $D_{pv} = D_p$ :

$$\gamma = 4 \arctg\left[\frac{2 \operatorname{tg}\beta}{\xi(A-1)}\right], \quad (1)$$

де,  $\gamma = 26^\circ$  - задана, для розрахунку, величина кута конуса розпилювання;

$$A = \frac{D_B}{D_p} = \frac{50}{18} = 2,78 - \text{геометричний параметр розпилювача}; \quad (2)$$

$$\xi = 1 + 1,84 \operatorname{tg} \beta - \text{коефіцієнт пропорційності при } 2,7 \leq A \leq 4,4. \quad (3)$$

Величини  $\gamma$  та  $A$  відповідають вимозі:

$$\gamma \leq \frac{160}{A}, \quad (4)$$

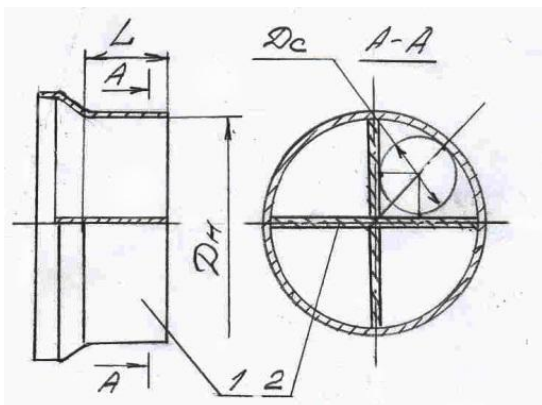
$\gamma = \frac{160}{2,78} = 58^\circ$ , тобто  $26^\circ < 58^\circ$ . Це означає, що конусний струмінь розпиленого розчину піноутворювача не є порожнистим.

У результаті сумісного розв'язання формул (1-3), отримано  $\beta = 8^\circ$ .

Кількість прорізів у вкладиші була визначена експериментально і, дорівнює 4 шт. Кут виступів та прорізів складає  $\alpha = 45^\circ$ . Товщина вкладиша, з конструктивних міркувань, не змінювалась і, складає  $H_B = 10$  мм.

Ще одним елементом генератора, що впливає на його технічні характеристики, є насадка (поз.1 рис. 1).

Конструктивно, насадка призначена для стабілізації струменя піни шляхом трансформації конічної його форми, що формується на виході із конусоподібного корпусу генератора, в циліндричну форму та для часткового ущільнення піни в потоці. Експериментальний зразок модернізованої насадки (рис.4) оснащений чотирилопатеvim стабілізатором у вигляді чотирьох поздовжніх ребер, розміщених під кутом  $90^\circ$  одне до одного. Запропонована конструкція, окрім підвищення механічної міцності та жорсткості насадки, розділяє потік піни на чотири сектори. Лопаті стабілізатора зупиняють осьове обертання пінного потоку у насадці, яке, можливо, передається від закрученого розпиленого струменя розчину піноутворювача через пакет сіток, що додатково стабілізує рух пінного струменя у просторі. За законами гідравліки довжина прямолінійної ділянки каналу  $L$ , через який протікає потік рідини або газу після елемента, що спричинив турбулізацію потоку (наприклад, після розширення або звуження поперечного перетину), має становити не менше трьох її діаметрів. Тому конструкція насадки, у якій загальний перетин потоку розділяється на декілька менших за площею, дозволяє зменшити довжину насадки  $L$  пропорційно відношенню  $D_n/D_c$ . При цьому передбачається, що епюри швидкостей у потоці будуть більш рівномірними та зменшиться загальний рівень турбулентності.



1-корпус насадки; 2-стабілізатор;  
 $L$  – довжина прямолінійної (циліндричної) ділянки насадки;  $D_n$  – внутрішній діаметр насадки;  
 $D_c$  – діаметр вписаного кола в сектор

Рисунок 4 – Загальний вигляд модернізованої насадки генератора

Для перевірки наведених даних та припущень було розроблено та виготовлено експериментальний зразок генератора з модернізованим вкладишем розпилювача розчину піноутворювача та з модернізованою насадкою. Решта деталей була запозичена із серійного генератора ГПС-600, без конструктивних змін. Порівняльні випробування

експериментального зразка ГПС-600М та серійного зразка генератора ГПС-600 проводились за однакових умов: тиск та витрата розчину, кут нахилу та висота розміщення генератора відносно горизонту, концентрація розчину піноутворювача, зовнішні кліматичні умови тощо. Під час випробувань визначались: довжина струменя піни (за випадінням крайніх крапель піни), кратність піни (згідно з ДСТУ3789-98) та оцінювалась візуально форма струменя піни. Результати випробувань генератора ГПС-600М наведено вище у табл.1.

Результати порівняльних випробувань експериментального зразка модернізованого генератора ГПС-600М підтвердили, що проведені конструктивні зміни впливають на тактико-технічні характеристики базового генератора ГПС-600, зокрема підвищують дальність подавання струменя піни при збереженні величини її кратності. Візуально струмінь піни є більш компактним, тобто більша кількість піни може досягти осередку пожежі. Для порівняння загальний вигляд струменів піни із генераторів ГПС-600М та ГПС-600 наведено на рис. 5.



а)



б)

Рисунок 5 – Загальний вигляд струменів піни  
а) із генератора ГПС-600М; б) із генератора ГПС-600

#### Висновки:

1. Визначено ряд технічних параметрів, що потребують подальших досліджень і які впливають на тактико-технічні характеристики генератора, зокрема на дальність подавання пінного струменя, його компактність та кратність виробленої піни.

2. Отримані, у результаті аналітичних досліджень матеріали показують, що доцільно також провести дослідження:

- касети сіток;
- насадки генератора, корпус якої виконаний у вигляді сопла Вітошинського [6].

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ковалишин В.В. Дослідження залежності кратності повітряно-механічної піни від геометричних розмірів піногенератора / В.В. Ковалишин, Е.М.Улинець, О.В. Грушовінчук, В.В. Кавецький // Науковий вісник УкрНДІПБ.-2011.- № 2 (24). – С. 74-79.
2. Тихомиров В.К. Пены. Теория и практика их получения и разрушения. 2-е изд., перераб. – М.: Химия, 1983. – 264 с.
3. Теория турбулентных струй / Г.Н. Абрамович [и др.]. – М. : Наука, 1984. – 716 с.
4. Пажи Д. Г. Основы техники распыливания жидкостей / Д. Г. Пажи, В. С. Галустов. – М.: Химия, 1984.- 328 с.
5. Бычков А.И. Расчет параметров центробежных распылителей/ Пожаротушение: Сб.науч.тр.-М.: ВНИИПО МВД СССР, 1986. С. 99-106.
6. Калинин В.В., Черненко А.С. Механика жидкости и газа. Конспект лекцій.- Одесса.: Физический факультет. Кафедра теплофизики, 2013-106 с.

