

УДК 614.846.6

**С. А. ВІНОГРАДОВ**, канд. техн. наук, ст. викладач НУЦЗ України, Харків;

**О. М. СЕМКО**, д-р техн. наук, проф., проф. ДонНУ, Донецьк;

**Я. В. ШМИТЬКО**, студент ДонНАБА, Донецька область, Макіївка;

**М. В. БЕЗКРОВНАЯ**, канд. техн. наук, с.н.с., ДонНУ

## **РОЗРОБКА КОМПОНУВАЛЬНОЇ СХЕМИ ОСНОВНОГО ПОЖЕЖНОГО АВТОМОБІЛЯ ЦІЛЬОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ ГАЗОВИХ ФОНТАНІВ**

В роботі запропонована компоновальна схема основного пожежного автомобіля цільового призначення для гасіння газових фонтанів, який складається з базового шасі – вантажного автомобіля підвищеної прохідності ЗиЛ 131 Н, та установки пожежогасіння «Фонтан», яка реалізує імпульсний залповий викид вогнегасної речовини. Застосування вказаної конструкції пожежного автомобіля дозволить підвищити дальність ефективного гасіння пожеж газових фонтанів шляхом використання струменів води високої швидкості.

**Ключові слова:** пожежний автомобіль, компоновальна схема, газовий фонтан, установка пожежогасіння.

**Вступ.** Основні пожежні автомобілі цільового призначення застосовуються для доставки до місця пожежі особового складу, вогнегасних речовин і пожежно-технічного обладнання та гасіння пожеж на промислових підприємствах, відомчих об'єктах хімічної, нафтовидобувної та нафтопереробної промисловості та ін. .

Для гасіння газових фонтанів пожежно-рятувальні підрозділи використовують основний пожежний автомобіль цільового призначення – автомобіль газоводяного гасіння (АГВГ). Він складається з базового шасі та установки пожежогасіння. У якості базового шасі використовується вантажний автомобіль підвищеної прохідності, а у якості установки пожежогасіння – турбореактивний двигун, у потік відпрацьованих газів якого додатково вводять струмені води. У газоводяному струмені автомобіля міститься близько 60% води і 40% газу, на виході з сопла концентрація кисню не більше 14%, по мірі віддалення від сопла вміст кисню збільшується і в робочому перетині, тобто на відстані 12-15 м складає 17-18%. Вода частково випаровується, потрапляючи в струмінь розпеченого газу, а в зону горіння вода потрапляє в розпиленому стані.

АГВГ реалізує безперервну доставку вогнегасної речовини в зону горіння, при цьому максимальна ефективна дальність гасіння складає 15 м, що є значним недоліком, адже газовий фонтан, що горить, випромінює велику кількість тепла, а значить на такій відстані є небезпека для особового складу, що задіяний при гасіння пожежі. Крім того, для роботи АГВГ необхідна велика кількість води, що в тих умовах, в яких проводиться видобуток газу, є складною задачею. Збільшити дальність ефективного гасіння і, водночас, зменшити витрати води на гасіння можна шляхом її імпульсної доставки.

Імпульсна доставка вогнегасної речовини в зону горіння – найбільш перспективний напрямок розвитку засобів боротьби з пожежами різних класів і, зокрема, пожеж газових фонтанів. Перевагами імпульсного пожежогасіння є: підвищення ефективності гасіння за рахунок збільшення дисперсності струменю, збільшення дальності подачі вогнегасної речовини і підвищена мобільність установок гасіння.

На Україні розроблені та активно застосовуються возимі пневматичні порошкові полумяподавачі ППП-200, які містять 200 кг вогнегасного порошку, що викидається за один постріл [1]. Їх недоліком є мала дальність ефективного гасіння (до 20 м) та негативний вплив вогнегасного порошку на шкіру, органи дихання і центральну нервову систему людини, а також на навколишнє середовище.

Щодо технічних засобів, які створені на базі інженерної техніки то слід відмітити пожежні машини імпульсного пожежогасіння Імпульс-1, Імпульс-2, Імпульс-3М, а також Імпульс-Шторм, що створені на базі танкових шасі [2]. Головними недоліками "Імпульсів" є негативний вплив, який чинить вогнегасний порошок на організм людини і навколишнє середовище, складність конструкції, висока вартість пристрою і великі витрати вогнегасного порошку (300-1500 кг за постріл).

Найбільш безпечною вогнегасною речовиною з точки зору впливу на людину і навколишнє середовище є вода. Застосування її для гасіння газових фонтанів в імпульсному режимі подачі реалізовано фірмою iFEX у вигляді установок залпового водяного пожежогасіння, встановлених на шасі позашляховика, вертольота або танка Leopard 1 [3]. Однак безвідмовність роботи складних систем Fire Commander не перевірена в умовах роботи у прифонтанній зоні – при високій температурі навколишнього середовища і забрудненому повітрі. Крім цього, Fire Commander дуже дорогий.

У Національному університеті цивільного захисту України спільно з Донецьким національним університетом протягом значного часу ведуться розробки водної системи пожежогасіння імпульсної дії для гасіння газових фонтанів (ВСПД) за допомогою струменів рідини високої швидкості. На сьогоднішній день розроблена схема ВСПД, створений її дослідний зразок, проведені дослідження з гасіння макетного вогнища пожежі класу С (пожежі горючих газів), визначені залежності швидкості водного струменя від дальності до фонтану, визначені особливості розповсюдження такого струменя та його взаємодії з фонтаном, що горить [1]. Авторами отриманий патент [4] на конструкцію установки гасіння пожеж газових фонтанів.

**Мета дослідження.** Метою цієї статті є розробка компоувальної схеми основного пожежного автомобіля цільового призначення для гасіння пожеж газових фонтанів, до складу якого входить установка пожежогасіння та базове шасі, з урахуванням особливостей його експлуатації.

**Виклад основного матеріалу.** Основний пожежний автомобіль цільового призначення для гасіння пожеж газових фонтанів повинен складатися з установки пожежогасіння та базового шасі.

Особливості утворення струменя рідини високої швидкості в ВСПД, що пропонується, викладені в [1]. В результаті чисельних розрахунків були визначені основні гідродинамічні параметри ВСПД для гасіння газових фонтанів. Ескіз пропонованої системи і її основні розміри наведено на рис. 1.

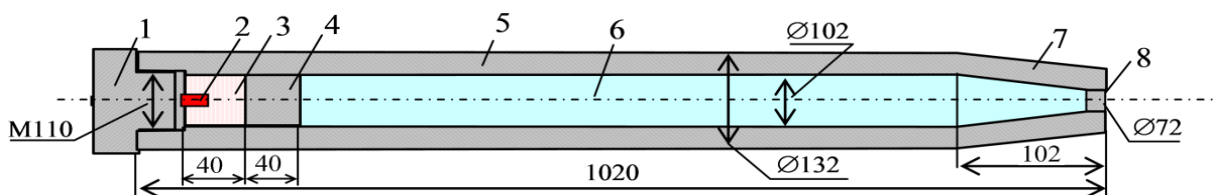


Рисунок 1 – Ескіз ВСПД: 1 – притискна гайка (затвор), 2 – капсуль (запальник), 3 – патрон з порохом, 4 – пиж для штовхання води, 5 – ствол, 6 – вода, 7 – конічне сопло, 8 – заглушка

Робота таких систем описується системою наступною рівнянь внутрішньої балістики [1]

$$\frac{dm_w}{dt} = -u_s F_s \rho_0 = Q_w; \quad (1)$$

$$\frac{dp_g}{dt} = \frac{(k-1)qQ_g + ka_1 p_g Q_w - \alpha_1 p_g Q_g}{V_g + ka_2 p_g}; \quad (2)$$

$$\frac{dm_g}{dt} = m_{p0} \chi_1 \sigma u_{p1} = Q_g; \quad (3)$$

$$\frac{dz}{dt} = \frac{u_1}{h_1} p_g = u_{p1}; \quad (4)$$

$$V_g = V_{g0} + (V_{w0} - a_1 m_w) + \alpha_1 m_g. \quad (5)$$

де  $u_s$  – швидкість витікання струменя із сопла;  $t$  – час;  $z = h/h_1$  – відносна товщина шару пороху, що згорів,  $2h_1$  – початкова товщина порохового зерна,  $h$  – товщина шару пороху, що згорів,  $u_1$  і  $q$  – постійна швидкості горіння та питома теплота згоряння пороху,  $V_g$ ,  $m_g$  і  $p_g$  – об'єм, маса і тиск порохових газів,  $m_{p0}$  – початкова маса пороху,  $\chi_1$  – коефіцієнт, що визначається формою порохового зерна,  $\sigma(z)$  – відносна площа поверхні горіння,  $k$  – показник адиабати продуктів згоряння пороху,  $\alpha_1 = 1/\rho_p - \alpha$  – поправка, що враховує власний об'єм молекул порохових газів,  $\rho_p$  – густина твердого пороху,  $m_w$  – поточна маса рідини в водометі;  $F_s$  – площа поперечного перерізу сопла;  $a_0$  – швидкість звуку в рідині при атмосферному тиску;  $\rho_0$  – густина рідини;  $V_{w0}$  – початковий об'єм рідини;  $a_1$  і  $a_2$  – змінні величини.

Початкові умови для системи (1) – (5) наступні

$$z = 0; V_g = V_{g0}; m_g = m_{g0}; p_g = p_{g0}; x_g = 0. \quad (6)$$

За системою (1) - (6) проведені розрахунки параметрів пострілу ВСПД, результати яких наведені на рис. 2.

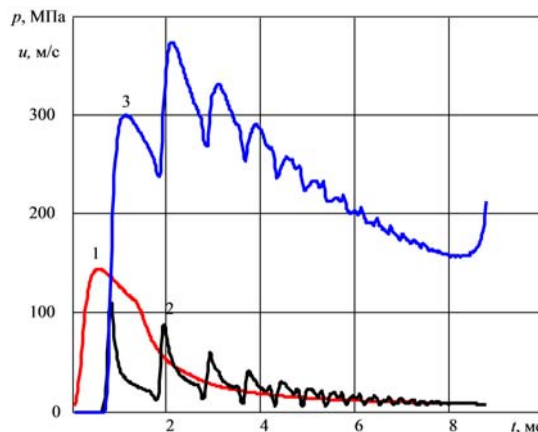


Рисунок 2 – Результати розрахунку параметрів пострілу установки пожежогасіння:  
1 – тиск порохових газів; 2 – тиск води; 3 – швидкість струменя

В результаті аналізу пристроїв для гасіння газових фонтанів, гідродинамічних параметрів ВСПД і експериментальних досліджень гасіння макетних вогнищ за допомогою дослідного зразка ВСПД були визначені тактико-технічні дані установки пожежогасіння «Фонтан», які призначені для гасіння газових фонтанів за допомогою імпульсних струменів рідини високої швидкості. Технічні характеристики пропонованої установки наведені в таблиці 1. Установка пожежогасіння розташовується на відкритій платформі базового шасі на опорно-поворотному пристрої, за допомогою якого вона обертається на 360° відносно своєї вісі.

Таблиця 1 – Тактико-технічні дані установки «Фонтан»

| <b>Характеристики одного ствола установки</b> |                    |
|---|--------------------|
| Швидкість імпульсного струменю                | 350 м/с            |
| Маса заряду рідини                            | 7,5 кг             |
| Маса порохового заряду                        | 0,140 кг           |
| Довжина ствола                                | 1020 мм            |
| Внутрішній діаметр ствола                     | 102 мм             |
| Зовнішній діаметр ствола                      | 132 мм             |
| Маса ствола                                   | 45 кг              |
| Імпульс струменя                              | 2000 Н·с           |
| Тривалість пострілу                           | 8 мс               |
| Швидкість віддачі ствола при пострілі         | 40 м/с             |
| Сила віддачі при пострілі                     | $2,5 \cdot 10^5$ Н |
| <b>Характеристики установки вцілому</b>       |                    |
| Швидкість імпульсного струменю                | 350 м/с            |
| Кількість стволів                             | 20                 |
| Вогнегасна рідина                             | вода               |
| Маса заряду рідини                            | 150 кг             |
| Маса порохового заряду                        | 2,8 кг             |
| Мобільність                                   | самохідна          |
| Автономність                                  | автономна          |
| Скорострільність                              | 1 залп/30 хв.      |
| Час приведення у готовність                   | 30 хв.             |
| маса у спорядженому стані                     | 3000 кг            |
| Обслуговуючий персонал                        | 2 чол.             |

У якості базового шасі для пропонованого ПА повинен бути використаний автомобіль підвищеної прохідності. Враховуючи особливості експлуатації та доступність, пропонується використовувати ЗиЛ 131Н.

Ця вантажівка, що відрізняється своєю підвищеною прохідністю, була обрана виходячи з наступних міркувань:

1) ЗиЛ 131Н випускався як автомобіль для перевезення ракет і розроблявся спеціально для зенітно-ракетний військ, отже має добрі показники стійкості;

2) шасі ЗІЛ 131Н було розроблено таким чином, щоб на нього можна було встановити спецобладнання, таке як цистерну, паливозаправники і маслозаправники. Така можливість модернізації не залишилася не поміченою, з часів минулого століття і донині, ЗІЛ-131Н широко застосовується в спеціальних аварійно-рятувальних формуваннях.

Компонувальна схема пропонованого пожежного автомобіля наведена на рис. 3.

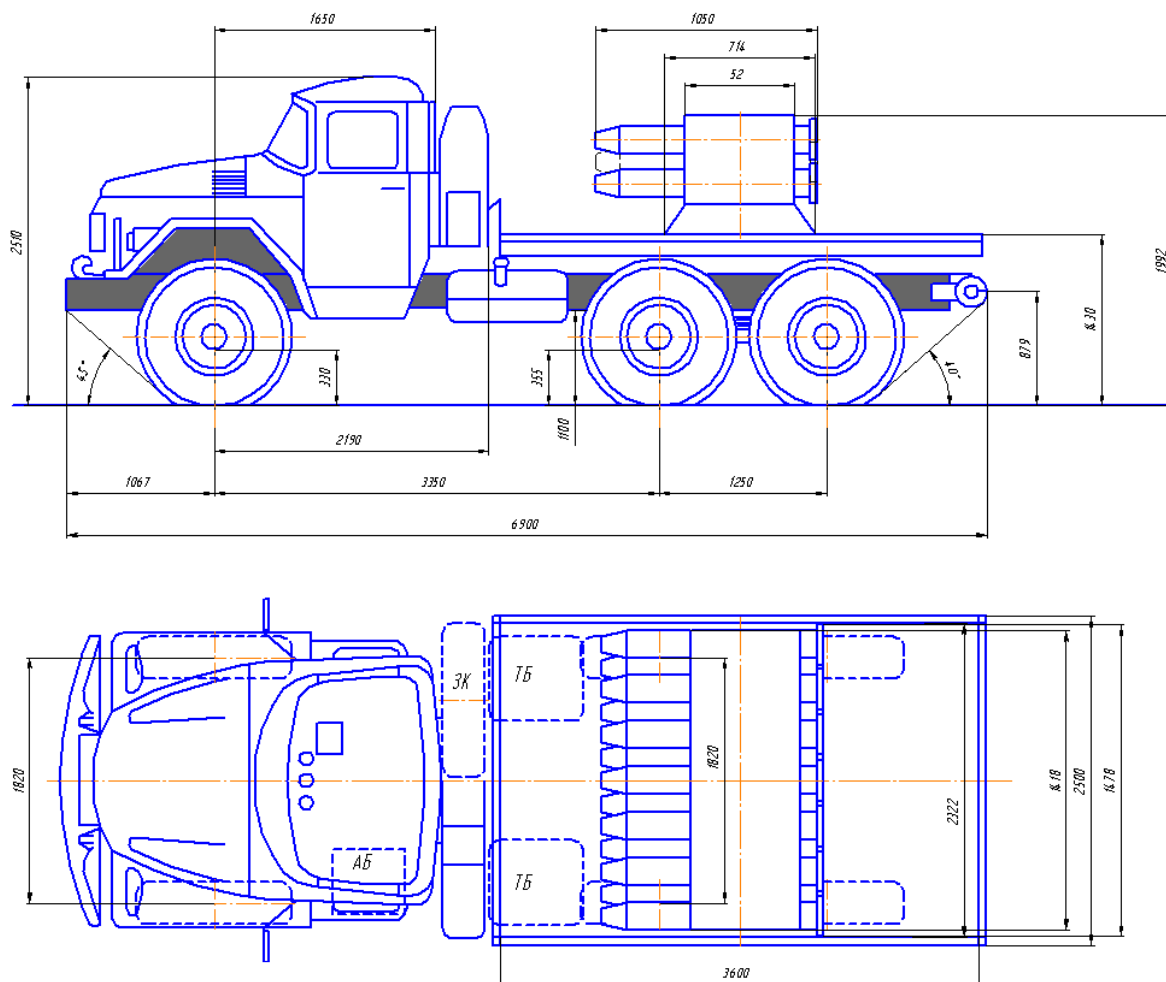


Рисунок 3 – Основний пожежний автомобіль цільового призначення для гасіння газових фонтанів на базі шасі ЗиЛ-131Н

**Висновки.** Таким чином, в роботі запропонована компонувальна схема основного пожежного автомобіля цільового призначення для гасіння газових фонтанів, який складається з базового шасі – вантажного автомобіля підвищеної прохідності ЗиЛ 131 Н, та установки пожежогасіння «Фонтан», яка реалізує імпульсний залповий викид вогнегасної речовини (води). Застосування вказаної конструкції пожежного автомобіля дозволить підвищити дальність ефективного гасіння пожеж газових фонтанів шляхом використання струменів води високої швидкості.

**Список літератури:** 1. *Виноградов С.А.* Підвищення ефективності гасіння газових фонтанів: дис. ... канд. техн. наук: 21.06.02 / *Виноградов Станіслав Андрійович.* – Х., 2012. – 168 с. 2. Equipment - IMPULSE STORM. – Режим доступу: <http://www.impulset-storm.com/storm/>. 3. Fire Commander. – Режим доступу <http://newsec.com/?CategoryID=169>. 4. Пат. 66434 Україна, МПК (2011.01) А 62 С 27/00. Установка для гасіння пожеж / *Ларін О.М., Семко О.М., Грицина І.М., Виноградов С.А.*; заявник та патентовласник Національний університет цивільного захисту України. - № у 201103022, заяв. 15.03.2011; опубл. 10.01.2012, Бюл. №1.

*Надійшла до редколегії 05.03.2013*

УДК 614.846.6

**Розробка компоувальної схеми основного пожежного автомобіля цільового призначення для гасіння пожеж газових фонтанів / С. А. Виноградов, О. М. Семко, Я. В. Шмитько, М. В. Безкровна // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Автомобіле- та тракторобудування. – Х. : НТУ «ХПІ», 2014. – № 9 (1052). – С. 73-78. – Бібліогр.: 4 назв. – ISSN 2078-6840.**

В работе предложено компоновочную схему основного пожарного автомобиля целевого назначения для тушения пожаров газовых фонтанов, реализующий импульсную струйную доставку огнетушащего вещества в зону горения, и состоящий из базового шасси и установки пожаротушения.

**Ключевые слова:** пожарный автомобиль, компоновочная схема, газовый фонтан, установка пожаротушения.

**Development arrangement of the schemes main fire truck purpose for stewing fire gas fountains / С. А. Vinogradov, О. М. Semko, Ya. V. Shmitiko, М. V. Bezкровna // Bulletin of NTU «KhPI». Series: Car- and tractorbuilding. – Kharkiv : NTU «KhPI», 2014. – № 9 (1052). – P. 73-78. – Bibliogr.: 4. – ISSN 2078-6840.**

The paper presents the layout scheme of the main fire truck for the purpose of extinguishing fires gas blowouts that implements a impulse jet of extinguishing agent delivery to the combustion zone and consists of a base chassis and installing fire.

**Keywords:** fire truck, layout scheme, gas blowout, fire extinguishing installation.