

Ю.О. Абрамов, В.О. Собина, О.І. Сошинський

Національний університет цивільного захисту України, Україна

ЕВОЛЮЦІЯ АВТОНОМНИХ МОБІЛЬНИХ ЗАСОБІВ ПОЖЕЖОГАСІННЯ

Показано, що еволюція автономних мобільних засобів пожежогасіння включає чотири стадії, на яких ці засоби розділяються на переносні, носимі, пересувні та рухомі. Всі ці засоби пожежогасіння об'єднуює наявність людини – оператора, що обумовлює необхідність в узгодженні його характеристик із технічними характеристиками таких засобів пожежогасіння.

Ключові слова: засіб пожежогасіння, вогнегасна речовина, мобільний засіб, людина – оператор.

Постановка проблеми

Серед засобів пожежогасіння важливе місце займають мобільні засоби пожежогасіння. У зв'язку із цим слід відмітити вирішальну роль при гасінні пожежі в соборі Нотр – Дам (квітень 2019р), яку зіграла мобільна установка «Colossus» розробки фірми Shark Robotiks (Франція) [1]. В 2018р. в Латвії успішно завершилися випробування пожежного дрону, який може здійснювати пожежогасіння на висотах до 300 м [2]. Розробка таких мобільних засобів пожежогасіння базується на досвіді побудови попередніх технічних рішень. У зв'язку із цим доцільним є проведення досліджень, спрямованих на аналіз технічних рішень на прикладі автономних мобільних засобів пожежогасіння, які згідно класифікації належать до ручних засобів пожежогасіння.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

В [3] наведені схемні рішення засобів пожежогасіння, які розділяються в залежності від типу вогнегасної речовини. Всі ці засоби пожежогасіння є автоматичними і стаціонарними. В [4] розглядаються автоматичні установки пожежогасіння із порошковою вогнегасною речовиною, які також відносяться до стаціонарного типу засобів пожежогасіння. Аналогічний підхід має місце в роботі [5], де також наведені схеми побудови стаціонарних засобів пожежогасіння із різними типами вогнегасної речовини.

Окремо слід відмітити клас модульних установок пожежогасіння, схемні рішення яких наведені в [3-5]. Особливістю таких установок пожежогасіння є те, що вони, на відміну від стаціонарних засобів пожежогасіння, можуть бути оперативно переміщені від одного об'єкта до іншого об'єкта.

В [6] систематизований матеріал стосовно пожежних роботів та роботизованих установок пожежогасіння. Але і засоби пожежогасіння такого класу в основній своїй масі є стаціонарними установками. Прикладом роботизованої пожежної установки мобільного типу є установка «Colossus» [1].

Стосовно до такого мобільного засобу пожежогасіння як вогнегасник, то відомі роботи, в яких здійснена систематизація їх технічних характеристик. Прикладом такої роботи є [7]. Що стосується цілеспрямованих досліджень стосовно еволюції автономних мобільних засобів пожежогасіння, то такі дослідження відсутні.

Мета та задачі дослідження

Метою роботи є виявлення етапів еволюції автономних мобільних засобів пожежогасіння. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні задачі:

- виявити схеми побудови автономних мобільних засобів пожежогасіння, які є типовими для кожного етапу їх еволюції;
- надати узагальнені технічні характеристики мобільних засобів пожежогасіння для типових схем їх побудови;
- визначити особливості, які є характерними для схемних рішень автономних мобільних засобів пожежогасіння.

Виклад основного матеріалу

Тривіальним варіантом побудови мобільних засобів пожежогасіння є вогнегасник (рис.1)

В якості вогнегасної речовини (ВР) в них може використовуватись вода (ВД), піна (ПН), порошок (ПР), вуглекислота (ВК) або хладон (ХД). В табл.1 наведені основні характеристики вогнегасників (ВГ) [7].

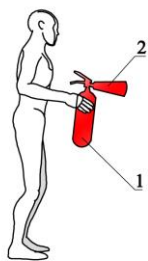


Рис.1. Переносний засіб пожежогасіння: 1 – балон із вогнегасною речовиною; 2 – розпилювач

Таблиця 1

Характеристики ВГ

Показник	ВД	ПН	ПР	ВК	ХД
Маса ВР, кг	8-10	5-10	1-10	1,4-5,0	2,4-12
Тиск, МПа	0,95	0,95-1,2	0,6-1,6	15-17	1,0-1,7
Тривалість подачі, с	40	30-45	7-20	8-50	7-30
Дальність подачі, м	3,0	1,5-4,5	2,0-7,0	1,2-3,0	3,0-5,0
Маса, кг	16	12-16	1,5-18	6-20	7-17

Покращення характеристик мобільних засобів пожежогасіння можливо різними шляхами, одним із яких є використання нових типів вогнегасних речовин [8], що, в свою чергу, приводить до структурних змін в схемі побудови засобів пожежогасіння. На рис.2 наведений варіант мобільного засобу пожежогасіння із гелеутворюючою вогнегасною речовиною [9], яка включає дві рідкі складові – гелеутворювач та каталізатор. Ці компоненти зберігаються окремо один від одного в балонах і подаються до осередку пожежі одночасно за допомогою міні стволів пістолетного типу.

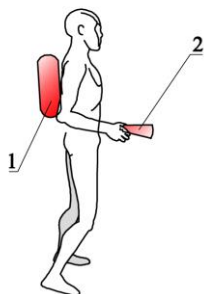


Рис.2. Носимий засіб пожежогасіння: 1 – балон із вогнегасною речовиною та із стисненим повітрям; 2 – розпилювач

Для витиснення компонентів вогнегасної речовини використовується балон із стисненим повітрям. В якості гелеутворюючого складу в такому засобі пожежогасіння використовується система $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4(5\%)+\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4(22\%)+\text{Na}_2\text{O}_2,7\text{SiO}_2(12\%)$, внаслідок чого забезпечується скорочення часу гасіння порівняно із водою в 4,4 рази. На рис.3 наведений мобільний засіб пожежогасіння із гелеутворюючою вогнегасною речовиною, який має покращені ергономічні характеристики. Таке покращення забезпечується за рахунок введення кронштейна [10], який має один кутовий ступінь свободи у вертикальній площині.

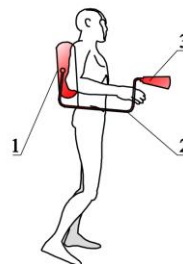


Рис.3. Носимий засіб пожежогасіння: 1 – балон із вогнегасною речовиною та із стисненим повітрям; 2 – кронштейн; 3 – форсунки

На цьому кронштейні закріплені форсунки для розпилювання компонентів вогнегасної речовини та органи управління. Характеристики таких мобільних засобів пожежогасіння наведені в табл.2.

Таблиця 2

Характеристики засобів пожежогасіння із гелеутворюючими компонентами

Показник	Величина
Маса ВР, кг	12
Тиск, МПа	0,3-0,5
Тривалість подачі, с	30-75
Дальність подачі, м	6-8
Маса, кг	20-30

Особливості мобільних засобів пожежогасіння із гелеутворюючою вогнегасною речовиною:

- при гасінні пожеж задіяні всі механізми припинення горіння – охолодження зони горіння або поверхні горючої речовини, розбавлення речовин, що приймають участь у горінні; ізоляція горючих речовин відносно зони горіння; інгібування хімічної реакції окислювання;

- наявність рекордної величини коефіцієнта використання внаслідок утворення під час взаємодії гелеутворювача та каталізатора желеподібного шару, який міцно закріплюється на вертикальних і

похилих поверхнях (для рідинних засобів пожежогасіння цей показник не перевищує 20%);

- вартість компонентів вогнегасної речовини більше ніж в 5 разів менша ніж вартість вогнегасних порошків;

- непрямі збитки при використанні гелеутворюючої вогнегасної речовини на порядок менші ніж при використанні води;

- використання гелеутворюючої речовини забезпечує вогнезахисну дію відносно теплового впливу пожежі.

Подальше покращення характеристик мобільних засобів пожежогасіння пов'язано із переходом до пересувних варіантів їх побудови.



Рис.4. Пересувний засіб пожежогасіння:
1 – платформа; 2 – балон із вогнегасною речовиною та із стисненим повітрям; 3 – форсунки

На рис.4 схематично показаний такий варіант побудови мобільного засобу пожежогасіння. На пересувній платформі розміщені балони із вогнегасною речовиною, балон із стисненим повітрям, а також форсунки для розпилення вогнегасної речовини та органи управління [11]. В цьому випадку забезпечується розвантаження оператора мобільного засобу пожежогасіння і суттєво – в разі збільшується час (тривалість) подачі вогнегасної речовини. Вираз для оцінки часу подачі вогнегасної речовини в першому наближенні визначається за допомогою співвідношень

$$dV = \mu F(2\Delta P\rho^{-1})^{0.5} dt = -Sdx, \quad (1)$$

де V – об'єм вогнегасної речовини; μ – коефіцієнт витікання вогнегасної речовини; F, S – площа вихідного отвору ємності та площа вільної поверхні вогнегасної речовини; ΔP – перепад тиску; ρ – щільність вогнегасної речовини; X – координата.

Із (1) витікає вираз для часу подачі t_0 вогнегасної речовини

$$t_0 = \int_0^H S [\mu F(2\Delta P\rho^{-1})^{0.5}]^{-1} dx, \quad (2)$$

де H – висота ємності (балона) із вогнегасною речовиною.

Згідно (2) час подачі t_0 вогнегасної речовини пропорційний величині SH тобто масі вогнегасної речовини. Внаслідок цього при побудові мобільного засобу пожежогасіння згідно схеми, наведеної на рис.4, можливе суттєве збільшення часу подачі вогнегасної речовини до осередку пожежі.

Особливістю, яка об'єднує всі розглянуті варіанти побудови мобільних засобів пожежогасіння, є те, що їх оперативні можливості обмежені швидкістю їх переміщення. Величина цієї швидкості не перевищує $(0,6 - 1,2) \text{ мс}^{-1}$.

Подальшим етапом розвитку мобільних засобів пожежогасіння є використання сігвейів в якості основи, на якій розміщуються як функціональні елементи пожежогасіння, так і оператор таких засобів. На рис.5 наведений варіант побудови такої мобільної пожежної установки [12].

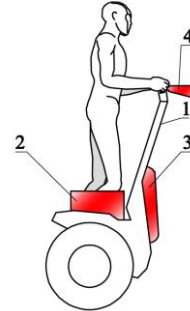


Рис.5. Рухомий засіб пожежогасіння:
1 – сігвей; 2 – ємність із вогнегасною речовиною;
3 – балон із стисненим повітрям; 4 – форсунки

Ємності із вогнегасною речовиною в такій установці розміщені на крилах коліс сігвея, балон із стисненим повітрям установлений на його платформі, а форсунка для розпилення вогнегасної речовини та органи управління розташовані на кермі сігвея. Такий варіант побудови мобільного засобу пожежогасіння має дуже високу маневреність – швидкість його переміщення лежить в діапазоні $(20 - 50) \text{ км. год}^{-1}$. До кращих зразків сігвейів належать Airwheel S5, Airwheel A3, Wind Tech H10, IOCHICSMARTLC 1.06.

Для сігвея корисна маса складає 140 кг, тобто при масі оператора 80 кг запас вогнегасної речовини може складати $(40 - 50) \text{ кг}$. Радіус дії такої мобільної установки дорівнює $(30 - 50) \text{ км}$, а час заряду літій – іонної акумуляторної батареї складає $(6 - 10) \text{ год}$. Для збільшення тривалості подачі вогнегасної речовини можуть використовуватись додаткові платформи із ємностями, в яких розміщена вогнегасна речовина [13]. В таких

пожежних установках можлива оперативна заміна ємностей для вогнегасної речовини [14].

Слід зазначити, що при експлуатації мобільних засобів пожежогасіння має місце силовий вплив внаслідок реакції струменя вогнегасної речовини. Величина сили реакції струменя вогнегасної речовини пропорційна квадрату швидкості її подачі до осередку пожежі, внаслідок чого в мобільних пожежних установках на базі сігвеїв має місце силова дія на його кермо, величина якої досягає (50 – 70) Н. Для виключення впливу такої силової дії на процес управління мобільною пожежною установкою управління сігвеєм та управління подачею вогнегасною речовиною просторово розділені. Це забезпечується введенням каналу управління кутовим положенням форсунки для подачі вогнегасної речовини до осередку пожежі [15, 16].

В табл.3 наведені основні характеристики мобільної пожежної установки на базі сігвея для порошкової вогнегасної речовини

Таблиця 3

Характеристики пожежної установки на базі сігвея

Показник	Значення
Тиск, МПа	0,4-0,6
Дальність подачі, м	≤ 12
Маса ПР, кг	40-50
Час заміни ємностей із ПР, с	≤ 30
Радіус дії, км	30-50
Тривалість подачі, с	25-40

В мобільних пожежних установках на базі сігвеїв в якості вогнегасних речовин можуть використовуватись всі їх відомі типи.

Однією із особливостей, що об'єднує всі розглянуті варіанти побудови мобільних засобів пожежогасіння, є наявність оператора в їх складі. В [17] відмічається, що ефективність роботи таких засобів пожежогасіння суттєво залежить від ступеня узгодженості характеристик оператора і установки пожежогасіння. Слід зазначити, що стосовно до варіантів схем побудови мобільних засобів пожежогасіння згідно рис.1 – рис.4 моделі їх операторів взагалі не розглядалися. Стосовно до мобільної пожежної установки на базі сігвея в [18] експериментальним шляхом вирішена задача ідентифікації параметрів моделі оператора із заданою структурою. В якості такої моделі оператора використовується передаточна функція, яка має вигляд

$$W(p) = K \exp(-p\tau_0)(\tau_1 p + 1)^{-1}, \quad (3)$$

де K, τ_0, τ_1 – коефіцієнт передачі, час запізнення та постійна часу відповідно; p – комплексна змінна.

Наявність такої моделі оператора мобільної пожежної установки на базі сігвея дозволили здійснити синтез каналу управління кутовим положенням форсунки для подачі вогнегасної речовини. В якості критерію при вирішенні такої задачі використовувався критерій максимуму швидкодії каналу управління [16].

В [19] параметри моделі оператора (3) визначаються аналітичним шляхом. Для цього використовується алгебраїчне рівняння

$$\omega_1 \omega_2 B \tau_1^4 - (\omega_2^2 - \omega_1^2) \tau_1^3 + (\omega_1^2 + \omega_2^2) B \tau_1^2 + B = 0 \quad (4)$$

та співвідношення

$$\tau_0 = -\left[1 + (\omega_1 \tau_1)^2\right]^{-1} \tau_1 - A_1 = -\left[1 + (\omega_2 \tau_1)^2\right]^{-1} \tau_1 - A_2, \quad (5)$$

де

$$A_i = [\varphi(\omega_i + \Delta\omega) - \varphi(\omega_i)] \Delta\omega^{-1}, \quad i = 1, 2; \quad (6)$$

$$B = A_2 - A_1; \quad (7)$$

де $\omega_i, \Delta\omega$ – апіорі задані частоти; $\varphi(\omega)$ – фазово – частотна характеристика оператора.

Наявність інформації стосовно величин τ_0 та τ_1 відкриває можливості для обґрунтування нормативів при контролі діяльності операторів таких засобів пожежогасіння.

Висновки

1. Показано, що для всіх етапів еволюції автономних засобів пожежогасіння можна виділити типові схеми їх побудови, які розділяються на переносні, носимі, пересувні та рухомі.

2. Дальність подачі вогнегасної речовини автономних засобів пожежогасіння не перевищує 12 м, а тривалість їх подачі не перевищує 75с (без врахування пересувних засобів пожежогасіння, для яких тривалість подачі може бути збільшена в рази). Швидкість переміщення автономних засобів пожежогасіння не перевищує $1,2 \text{ мс}^{-1}$ (для рухомих засобів пожежогасіння на базі сігвеїв швидкість переміщення складає $(20 - 50) \text{ км} \cdot \text{год}^{-1}$).

3. Показано, що до основних особливостей автономних засобів пожежогасіння належить:

- наявність людини – оператора;

- можливість використання практично всіх типів вогнегасних речовин;
- адаптація до умов пожежогасіння;
- наявність силової дії внаслідок реакції струменя вогнегасної речовини (величина цієї сили може досягати 50 – 70 Н);
- тенденція до забезпечення більш комфортних умов роботи людини – оператора;
- необхідність в узгодженні характеристик людини – оператора із технічними характеристиками засобів пожежогасіння.

Література

1. Paris Firefighters Used This Remote-Controlled Robot to Extinguish the Notre Dame Blaze. Режим доступу: <https://spectrum.ieee.org/colossus-the-firefighting-robot-that-helped-save-notre-dame#toggle-gdpr>
2. Firefighter Drones – How Drones are Being Used for Helping Fire Departments. Режим доступу: <https://dronenodes.com/firefighterdrones/>
3. Бабуров В.П. Автоматические установки пожаротушения / В.П. Бабуров, В.В. Бабурич, В.И. Фомин. - М.: Пожнаука, 2007. -294с.
4. Долговидов А.В. Автоматические установки порошкового пожаротушения / А.В. Долговидов, В.В. Терехнев.-М.:Пожнаука, 2008. – 322с.
5. Котов А.Г. Пожаротушение и системы безопасности / А.Г. Котов. – К.:Бранд Мастер, 2010. – 278с.
6. Горбань Ю.И. Пожарные работы и ствольная техника в пожарной автоматике и пожарной охране / Ю.И. Горбань. – М.: Пожнаука, 2013. – 352с.
7. Присяжнюк Л.А. Методичний посібник з питань експлуатації та застосування вогнегасників / Л.А. Присяжнюк, Д.Г. Білкун, В.К. Баленко. – К.: Основа, 1997. – 149с.
8. Спосіб гасіння пожежі та склад для його здійснення: Пат. 60882 Україна: МПК А62С 1/00/ Борисов П.Ф., Росоха В.О., Абрамов Ю.О., Кіреєв О.О., Бабенко О.В., заяв. та патентовласник АПБ України - № 20030326004; заяв. 25.03.2003; опубл. 15.10.2003, Бюл. № 10.
9. Абрамов Ю.А. Гелеобразующие огнетушители и огнезащитные средства повышенной эффективности применительно к пожарам класса А / Ю.А. Абрамов, А.А. Киреев. – Х.: НУГЗУ. 2015. 254с.
10. Пристрій для гасіння пожежі: Пат. 147249 Україна: МПК А62С 15/00 / Абрамов Ю.О., Собина В.О., Неклонський І.М., Ляшевська О.І., заяв. та патентовласник НУЦЗУ. - № 202008130; заяв. 18.12.2020; опубл. 21.04.2021, Бюл. № 16.
11. Установка для гасіння пожежі: Пат. 147099 Україна: МПК А62С 13/00, А62С 31/00, А62С 35/02 / Абрамов Ю.О., Собина В.О., Соколов Д.Л., Яценко О.А., заяв. та патентовласник НУЦЗУ. - № 202008031; заяв. 15.12.2020; опубл. 7.04.2021, Бюл. № 14.
12. Мобільна пожежна установка: Пат. 119180 Україна: МПК А62С 27/00, А62С 37/00, / Абрамов Ю.О., Тищенко С.О., Собина В.О., заяв. та патентовласник НУЦЗУ. - № 201704071; заяв. 24.04.2017; опубл. 11.09.2017, Бюл. № 17.
13. Мобільна пожежна установка: Пат. 136909 Україна: МПК А62С 27/00, А62С 37/00, / Абрамов Ю.О., Собина В.О., Хижняк А.А., Соколов Д.Л., Неклонський І.М., заяв. та патентовласник НУЦЗУ. - № 201903554; заяв. 08.04.2019; опубл. 10.09.2019, Бюл. № 17.
14. Мобільна пожежна установка: Пат. 132198 Україна: МПК А62С 27/00, А62С 37/00, / Абрамов Ю.О., Собина В.О., Хижняк А.А., Хмиров І.М., Неклонський І.М., заяв.

- та патентовласник НУЦЗУ. - № 201810005; заяв. 08.10.2018; опубл. 11.02.2019, Бюл. № 3
15. Мобільна пожежна установка: Пат. 145667 Україна: МПК А62С 27/00, А62С 37/00, / Абрамов Ю.О., Собина В.О., Борисова Л.В., Данілін О.М., Тарадуда Д.В., заяв. та патентовласник НУЦЗУ. - № 202004943; заяв. 31.07.2020; опубл. 28.12.2020, Бюл. № 24
16. Собина В.О. Обґрунтування вибору параметрів каналу управління кутовим положенням форсунки мобільної пожежної установки / В.О. Собина., А.А. Хижняк., Ю.О. Абрамов. // Проблеми пожежної безпеки. 2020. Вип. 47. С. 120-126. <https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/science/zbirky-naukovykh-prats-ppb/ppb47/18.pdf>
17. Matheson E., Minto R., Zampieri E., Faccion M., Rosati G. Human – Robot Collaboration in Manufacturing Applications: A Review // Robotics. 2019. Vol. 8(4): 100. Doi: https://doi.org/10.3390/robotics_8040100
18. Собина В.А. Определение параметров модели оператора мобильной пожарной установки / В.А. Собина., А.А. Хижняк., Ю.А. Абрамов. // Проблемы пожарной безопасности. 2019 Вып. 45. С.161-166. <https://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOffireSafety/vol45/Sobina.pdf>
19. Abramov, Y., Basmanov, O., Sobyna, V., Sokolov, D., Rahimov. S. (2022). Developing a method for determining the time parameters of a mobile fire extinguisher operator. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6 (2 (120)), 93–99. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.266825>

References

1. Paris Firefighters Used This Remote-Controlled Robot to Extinguish the Notre Dame Blaze. Retrieved from: <https://spectrum.ieee.org/colossus-the-firefighting-robot-that-helped-save-notre-dame#toggle-gdpr>
2. Firefighter Drones – How Drones are Being Used for Helping Fire Departments. Retrieved from: <https://dronenodes.com/firefighterdrones/>
3. Baburov V., Baburn V., Fomyn V. (2007) Avtomaticheskye ustanovky pozharotusheniya, 294s.
4. Dolhovydov A., Terexnev V. (2008) Avtomaticheskye ustanovky poroshkovoho pozharotusheniya, 322s.
5. Kotov A. (2010) Pozharotusheniye y systemy bezopasnosti. K.:Brand Master, 278s.
6. Horban Yu. (2013) Pozharnye raboty y stvolnaia tekhnika v pozharnoi avtomatyke y pozharnoi okhrane. M.: Pozhnauka, 352s.
7. Prysiashniuk L., Bilkun D., Balenko V. (1997) Metodichnyi posibnyk z pytan ekspluatatsii ta zastosuvannia vohnehasnykiv. K.: Osнова, 149 s.
8. Borysov P., Rosokha V., Abramov Yu., Kireiev O., Babenko O. (2003) Sposib hasinnia pozhezhi ta sklad dlia yoho zdiisnennia: Pat. 60882 Ukraina: МПК А62S 1/00, zaiav. ta patentovlasnyk APB Ukrainy - № 20030326004; zaiav. 25.03.2023; opubl. 15.10.2003, Biul. № 10.
9. Abramov Yu., Kyreev A. (2015) Heleobrazuiushchye ohnetushashchye y ohnezashchutnye sredstva rovnyshennoi efektyvnosty prymenitelno k pozharam klassa A. Kh.: NUHЗU. 254s.
10. Abramov Yu., Sobyna V., Neklonskyi I., Liashevskaya O. (2021) Prystrii dlia hasinnia pozhezhi: Pat. 147249 Ukraina: МПК А62S 15/00, zaiav. ta patentovlasnyk NUTsZU. № 202008130; zaiav. 18.12.2020; opubl. 21.04.2021, Biul. № 16.
11. Abramov Yu., Sobyna V., Sokolov D., Yashchenko O. (2021) Ustanovka dlia hasinnia pozhezhi: Pat. 147099 Ukraina: МПК А62S 13/00, А62S 31/00, А62S 35/02, zaiav. ta patentovlasnyk NUTsZU. № 202008031; zaiav. 15.12.2020; opubl. 7.04.2021, Biul. № 14.

12. Abramov Yu., Tyshchenko Ye., Sobyna V. (2017) Mobilna pozhezhna ustanovka: Pat. 119180 Ukraina: MPK A62S 27/00, A62S 37/00, zaiav. ta patentovlasnyk NUTsZU. № 201704071; zaiav. 24.04.2017; opubl. 11.09.2017, Biul. № 17.
13. Abramov Yu., Sobyna V., Khyzhniak A., Sokolov D., Neklonskyi I. (2019) Mobilna pozhezhna ustanovka: Pat. 136909 Ukraina: MPK A62S 27/00, A62S 37/00, zaiav. ta patentovlasnyk NUTsZU. № 201903554; zaiav. 08.04.2019; opubl. 10.09.2019, Biul. № 17.
14. Abramov Yu., Sobyna V., Khyzhniak A., Khmyrov I., Neklonskyi I. (2019) Mobilna pozhezhna ustanovka: Pat. 132198 Ukraina: MPK A62S 27/00, A62S 37/00, zaiav. ta patentovlasnyk NUTsZU. - № 201810005; zaiav. 08.10.2018; opubl. 11.02.2019, Biul. № 3.
15. Abramov Yu., Sobyna V., Borysova L., Borysova L., Danilin O., Taraduda D. (2020) Mobilna pozhezhna ustanovka: Pat. 145667 Ukraina: MPK A62S 27/00, A62S 37/00, zaiav. ta patentovlasnyk NUTsZU. - № 202004943; zaiav. 31.07.2020; opubl. 28.12.2020, Biul. № 24
16. Sobina, V., Hizhnyak A., Abramov Yu. (2020) Justification for the selection of the parameters of the channel for controlling the angular position of the nozzle of a mobile fire installation. *Fire Safety Issues, Vol. 47. P. 120-126.* <https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/science/zbirky-naukovykh-prats-ppb/ppb47/18.pdf>
17. Matheson E., Minto R., Zampieri E., Faccion M., Rosati G. (2019) Human – Robot Collaboration in Manufacturing Applications: A Review. *Robotics. 2, Vol. 8(4): 100.* Doi: <https://doi.org/10.3390/robotics8040100>
18. Sobina, V., Hizhnyak A., Abramov Yu. (2019) Determination of parameters of the model of the operator of a mobile fire installation. *Fire Safety Issues, Vol. 45. P. 161-166.* <https://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol45/Sobina.pdf>
19. Abramov, Y., Basmanov, O., Sobyna, V., Sokolov, D., Rahimov, S. (2022). Developing a method for determining the time parameters of a mobile fire extinguisher operator. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6 (2*

(120)), 93–99. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.266825>

Рецензент: д.т.н., професор, головний науковий співробітник наукового відділу з проблем цивільного захисту та техногенно-екологічної безпеки науково-дослідного центру О.С. Басманов, Національний університет цивільного захисту України, Україна.

Автор: АБРАМОВ Юрій Олексійович
доктор технічних наук, професор, головний науковий співробітник науково-дослідного центру Національний університет цивільного захисту України
E-mail - abramov121146@gmail.com
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7901-3768>

Автор: СОБИНА Віталій Олександрович
кандидат технічних наук, доцент, начальник кафедри організації та технічного забезпечення аварійно – рятувальних робіт Національний університет цивільного захисту України
E mail - sobol_84@ukr.net
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6908-8037>

Автор: СОШИНСЬКИЙ Олександр Ігоревич
кандидат наук з мистецтвознавства, науковий співробітник наукового відділу з проблем цивільного захисту і техногенно-екологічної безпеки науково-дослідного центру Національний університет цивільного захисту України
E mail - soshinsky@ukr.net
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7921-1294>

EVOLUTION OF AUTONOMOUS MOBILE FIRE EXTINGUISHING EQUIPMENT

Y. Abramov, V. Sobyna, O. Soshinskiy

National University of Civil Defense of Ukraine, Ukraine

It is shown that the evolution of autonomous mobile fire-extinguishing means includes four stages, in which these fire-extinguishing means are divided into portable, wearable, mobile and mobile. All these fire extinguishing means are united by the presence of a human operator. Portable fire extinguishing equipment is characterized by a small weight, which does not exceed 20 kilograms. Portable fire extinguishing equipment has a greater mass (up to 30 kilograms) and, as a result, a longer duration of extinguishing agent supply (up to 75 seconds). Such tools have improved ergonomic characteristics, and the possibility of using gel-forming substances as fire-extinguishing substances gives them new properties. It is noted that such fire-extinguishing substances provide record values of the coefficient of use. Mobile fire extinguishing equipment provides a longer duration of extinguishing agent supply and relieves the operator. All these fire extinguishing means are united by the fact that their operational capabilities are limited by the low speed of their movement, the value of which does not exceed 1.2 meters per second. The fourth stage of the evolution of autonomous mobile firefighting equipment is characterized by the placement of firefighting equipment on a mobile base. A segway can act as such a base, as a result of which the operational capabilities of the fire extinguishing agent are significantly expanded. It is noted that the speed of movement of such fire extinguishing means can reach 50 kilometers per hour with a radius of action of up to 50 kilometers. The mass of the fire-extinguishing substance in such fire-extinguishing means can reach (40-50) kilograms, and the duration of its supply is up to 40 seconds. It is shown that in mobile fire-extinguishing equipment, the task of matching the characteristics of the operator with the technical characteristics of the fire-extinguishing equipment is relevant. This is especially important for mobile fire extinguishing equipment. Examples of determining the parameters of the human operator and their use in mobile fire extinguishing equipment are given.

Key words: fire-extinguishing means, fire-extinguishing substance, mobile means, human operator.