

УДК 614.8

*М. А. Куценко, канд. економ. наук, доцент,  
Г. І. Єлагін, канд. хім. наук, старший наук. співробітник,  
О. С. Алексєєва, канд. техн. наук, доцент, І. О. Ющук,  
В. В. Наконечний, канд. техн. наук, доцент,  
П. І. Заїка, канд. техн. наук, доцент.*  
Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля  
Національного університету цивільного захисту України

### **ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАСОБІВ ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ ГОРЮЧИХ РІДИН НА ОСНОВІ ВОГНЕГАСНИХ СОЛЕЙ, ІММОБІЛІЗОВАНИХ ПОРИСТИМ НОСІЄМ**

*Проведено техніко-економічний аналіз способу виготовлення вогнегасячих засобів, які являють собою пористий носій – тирсу деревини, з адсорбованими в порах вогнегасними солями. В першу чергу, такі засоби призначені для гасіння пожеж горючих рідин, розлитих на великих площинах. Зона пожежі в таких випадках розташовується над поверхнею рідини. Щоб загасити полум'я, необхідно або нанести вогнегасний засіб на всю поверхню одночасно, або використовувати засіб, який покривав би окрему ділянку пожежі досить довгий час, достатній для нанесення його на сусідню ділянку. Інакше горюча суміш над поверхнею рідини, тільки що загашена, буде підпалюватися полум'ям від сусідніх ділянок. У випадку пожеж рідин, розлитих на великих площинах, горіння неможливо припинити водою, інертними газами або хладонами. Непридатні тут і звичайні порошкові засоби гасіння пожеж, так як порошки мають питому густину, більшу за питому густину і води і вуглеводневих рідин. В результаті, порошок діє тільки декілька секунд. А потім занурюється під поверхню і полишає зону горіння. На практиці для гасіння таких пожеж застосовують лише повітряно-механічні піни, що має декілька недоліків і, в першу чергу, з екологічної точки зору. На відміну від звичайних порошків, засіб, що пропонується, має насипну масу меншу, ніж питома густина води і вуглеводневих рідин. Легкий пористий носій забезпечує постійне знаходження засобу на поверхні рідини, тобто в зоні її горіння. Вогнегасна ж сіль десорбується під впливом теплоти пожежі і інгібує горіння. Носії, що пропонуються (спучений вермікуліт, спучений перліт, деревна тирса) екологічно нешкідливі, а вогнегасні солі (амонійфосфат та діамонійфосфат) звичайно використовуються у сільському господарстві в якості мінеральних добрив і теж шкоди оточуючому середовищу не наносять. Методика виготовлення засобу полягала у заміщенні повітря в порах носія розчином вогнегасної солі з наступним видаленням води висушуванням. У випадку деревної тирси, де стінки пор еластичні, достатньо просто декілька разів стискувати носії у розчині вогнегасної солі і відпускати. Вирішення питання про доцільність організації виготовлення нового засобу гасіння пожежі вимагає економічного аналізу аспектів його виготовлення, яке і проводиться у даній статті.*

**Ключові слова:** *горіння рідин, інгібування, носії, вогнегасні солі, іммобілізація, техніко-економічний аналіз.*

**Постановка проблеми.** Одними з найскладніших для гасіння є пожежі при горінні розлитих горючих рідин, особливо пожежі таких рідин на відкритих просторах. Між тим, такі пожежі виникають досить часто. Приклади деяких з них можна знайти в тому числі у повідомленнях 2017 та 2018 рр [1-3].

Для гасіння пожеж рідин застосовують з різною ефективністю всі чотири типи відомих на сьогоднішній день засобів. Але більшість цих методів більш-менш ефективні при гасінні пожеж в приміщеннях або пожеж невеликих розмірів, наприклад при загорянні в резервуарах невеликого діаметру, коли засіб

можна подати одночасно на всю поверхню. При великій площі пожежі, особливо на відкритих просторах, та ще й на поверхні водойми (моря, океану), використання більшості з таких засобів стає проблематичним, а часто і просто неможливим.

В Черкаському інституті пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ протягом останніх років проводяться дослідження з виготовлення вогнегасних засобів на основі вогнегасних солей, іммобілізованих пористим носієм. Організація виробництва і застосування таких засобів вимагає ретельного економічного обґрунтування.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Найменшої шкоди навколишньому середовищу завдає гасіння пожеж порошковими засобами. Ці засоби вважаються найбільш ефективними речовинами для гасіння пожеж класів А, Д та Е. Порівняно з водою, піною, інертними газами ефект досягається при значно менших концентраціях. При зберіганні ж і транспортуванні вони вимагають значно простішого обладнання і меншої турботи ніж перелічені речовини і ніж хладони.

Порошкові засоби гасіння пожежі звичайно складаються з вогнегасної солі і солей-добавок, які підвищують гідрофобність суміші, збільшуючи її стійкість до злежування і коксування під час зберігання [4-6]. Недолік порошкових засобів гасіння – можливість після затухання повторного спалахування. Найбільшою ця проблема постає при застосуванні порошків для гасіння пожеж горючих рідин, особливо при розливі їх на поверхні водоймищ. При пожежах розлитих горючих рідин, в тому числі розлитих на поверхні водоймищ, зона горіння знаходиться безпосередньо над поверхнею рідини. Отже, щоб загасити таку пожежу, треба в ідеалі одночасно покрити усю поверхню вогнегасним засобом. Або вогнегасний засіб повинен діяти на окремій ділянці час, достатній, щоб ліквідувати полум'я на сусідніх ділянках, унеможливаючи повторне підпалювання. Саме це являє собою проблему при гасінні пожеж рідин вогнегасними порошками.

Будь-який вогнегасний порошок являє собою сіль. А сіль має питому густину, більшу за питому густину води і, тим паче, за питому густину вуглеводневих рідин. При розпилюванні порошку над поверхнею, що горить, дрібні фракції виносяться конвективними потоками і залишають зону горіння; а більш грубі, «прорвавшись» крізь ці потоки, діють тільки перші частки секунди. Далі вони занурюються під поверхню, теж залишаючи зону, в якій пари горючої рідини перемішані з повітрям. Залишена без захисту суміш відразу підпалюється полум'ям від сусідніх ділянок пожежі. Для реалізації можливості застосування вогнегасного порошку при гасінні пожеж розлитих рідин треба забезпечити його присутність в зоні горіння (на поверхні рідини, що горить), не частки секунди, а значно довший час.

Відомий вогнегасний порошок для гасіння пожеж нафти та нафтопродуктів, який складається з пористого носія діаметром 10-50 мм, насипна маса якого менша за питому густину нафти та нафтопродуктів, обробленого сумішшю активного гасячого агенту, рідкого скла та інгібуючої добавки на товщину 1-5мм [7]. Недоліком цього порошку є недостатня ефективність пожежогасіння, яка зумовлена тим, що для забезпечення низької злежуваності засобу при зберіганні застосовують спеціальні добавки до активного гасячого агенту, що зменшує кількість гасячого агенту на поверхні пористого носія. Крім того, порошок має обмежену кількість гасячого агенту за рахунок нанесення його товщиною 1-5 мм тільки на зовнішню поверхню пористого носія.

В Черкаському інституті пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля вже були розроблені вогнегасячі засоби на основі пористого мінерального носія, в пори якого іммобілізувалася вогнегасяча сіль [8,9]. Такий засіб при застосуванні не занурювався під поверхню рідини і весь час знаходився у зоні горіння, перешкоджаючи підпалюванню відвойованих в полум'я ділянок від сусідніх ділянок. Але виготовлення такого засобу вимагало недешевого спученого мінерального носія і

досить складного обладнання, включаючи необхідність у вакуумній техніці.

**Постановка завдання та його вирішення.** В даній роботі проводиться економічний аналіз способу виготовлення і застосування нових вогнегасних засобів на основі вогнегасних солей, іммобілізованих тирсою деревини [10-13].

Спосіб, що пропонується для одержання вогнегасного порошку, включає:

- 1) Приготування сольового розчину;
- 2) Підготовку тирси деревини для змішування з сольовим розчином;
- 3) Змішування сольового розчину з тирсою деревини;
- 4) Просочення тирси деревини сольовим розчином;
- 5) Злив надлишку сольового розчину (злитий розчин можна використовувати при приготуванні нових порцій);
- 6) Обмивання просоченої тирси водою;
- 7) Вивантаження просоченої тирси;
- 8) Висушування просоченої тирси.

Приготування сольового розчину включає приготування необхідної кількості солі зважуванням її, завантаженням солі в реактор, завантаження необхідної кількості води дозуванням її і перемішування суміші. При невеликих об'ємах виробництва реактор може являти собою просто ємність придатного об'єму, споряджену нижнім зливом з сіткою. Загрузку солі можна проводити вручну. Воду можна подавати з мірника, розташованого на 1-2 м вище реактора, просто шлангом. Перемішування також можна проводити вручну за допомогою мішалки типа «весло». Сольовий розчин вважається готовим після повного розчинення кристалів солі.

Підготовка тирси деревини включає приготування необхідної кількості зважуванням її.

Змішування сольового розчину з тирсою деревини проводиться завантаженням тирси в реактор з сольовим розчином, висипаючи її в розчин.

Просочення тирси деревини сольовим розчином полягає в кількаразовому стискуванні тирси в розчині за допомогою держака з металевою сіткою.

При зливі надлишку солі просто відкривається кран на нижньому зливі і надлишковий розчин збирається в придатну ємність (відра, якими цей розчин переноситься у мірник для приготування нових порцій сольового розчину).

При обмиванні просоченої тирси в ємність заливається невелика кількість води і вміст обережно (без стискування) перемішується.

Вивантажування просоченої тирси проводиться сітками, закріпленими на держакках. Промивну воду можна, не виливаючи її з реактора, використовувати для приготування наступних порцій сольового розчину.

Висушування просоченої тирси можна проводити просто на повітрі, розклавши їх на противнях з бортиками і час від часу перемішуючи дерев'яним «веслом»: ані амонійфосфат, ані діамонійфосфат не є токсичними, до того ж при сушці випаровується тільки вода. Для прискорення процесу можна застосовувати сушку у потоці нагрітого повітря (але у випадку діамонійфосфату з температурою не вище 50-60°C).

Важливою перевагою способу, що пропонується, є можливість проведення всіх операцій в одному нескладному і недорогому реакторі.

Метою економічної оцінки є пошук та рекомендація найбільш ефективних форм, методів та способів використання трудових матеріальних і фінансових ресурсів, що виділяються суспільством на боротьбу з пожежами й обмеження матеріального збитку від них.

В даній роботі економічна ефективність розраховується як різниця кошторисної вартості вогнегасної речовини, що використовується, та вогнегасної речовини, що розроблена, за умови не погіршення експлуатаційних та вогнегасних властивостей. Виходячи з цього, решта розрахункових коефіцієнтів до уваги не беруться.

$$E_{\text{ef}} = \Delta^+ K = K_{\text{в}}(\text{використов}) - K_{\text{в}}(\text{створеного}) \quad (1)$$

Кошторисна вартість розробленого вогнегасного засобу:

$$K_{\text{в}}(\text{створеного}) = M + N + O + E, \quad (2)$$

де:

$M$  - витрати на матеріали з урахуванням заготівельно-складських витрат;

$N$  - непрямі витрати, які включають адміністративно-господарські витрати з організації та проведення робіт;

$O$  - витрати на оплату праці робітників;

$E$  - кошторисна вартість експлуатації виробничих потужностей.

Розрахунок виконано з умовою добової норми виробництва у 300 кг, що може бути забезпеченим при однозмінній роботі (два завантаження за зміну) апаратом ємністю в 1 куб.м.

При виборі методів та способів створення вогнегасних речовин перевага віддається варіанту з мінімальними приведеними витратами ( $V_{\text{пр}}$ ), що являють собою суму річних капітальних витрат на виробництво, експлуатаційних витрат, та побічних витрат.

$$V_{\text{пр}} = K_{\text{в}} + E_{\text{в}} + P_{\text{в}} \quad (3)$$

де:

$V_{\text{пр}}$  - приведені витрати;

$P_{\text{в}}$  - побічні витрати;

$E_{\text{в}}$  - експлуатаційні витрати;

$K_{\text{в}}$  - капітальні витрати; за даними з Інтернету, емальований реактор ємністю 0,5-1 м<sup>3</sup> з нижнім зливом, без перемішуючого пристрою коштує 2500-3000 грн.; емальований мірник по суті є таким же самим апаратом і, отже, теж коштує 2500-3000 грн.; вартість товарних ваг на 150-300 кг - 3000 грн.; решта обладнання - відра, дерев'яне «весло» для перемішування, сітка на держаку для вивантажування, противні для сушки - в сумі коштуватимуть до 1000 грн. В сумі  $K_{\text{в}} = 3000 + 3000 + 3000 + 1000 = 10000$  грн.

Розрахунок витрат на матеріали з урахуванням заготівельно-складських витрат проводиться за формулою

$$M = N \cdot C \cdot k_{\text{т}}, \quad (4)$$

де:

$N$  - необхідна кількість матеріалу, сировини для отримання одного кілограму

вогнегасного засобу, кг; при оптимальному вмісті вогнегасячої солі - 0,6 кг на 1 кг деревини [10-13] - для виготовлення 1 кг засобу, що пропонується, необхідно 0,375 кг солі та 0,625 кг тирси деревини.

$C$  - ціна на одиницю матеріалу, сировини, грн./кг; за даними з Інтернету, вартість одного кілограма моноамонійфосфату коливається в межах 15-20 грн (приймаємо 18 грн), диамонійфосфату - 4,5-5,5 грн (приймаємо 5 грн), вартість відходів тирси сосни та тирси вільхи складає 0,8 грн за 1 кг.

$k_{\text{м}}$  - коефіцієнт, який враховує транспортно-заготівельні витрати ( $k_{\text{м}} = 1,1$ );

Тобто, у випадку амонійфосфату:

$$M = (0,375 \cdot 18 + 0,625 \cdot 0,8) \cdot 1,1 = 7,990 \text{ грн.}$$

У випадку диамонійфосфату:

$$M = (0,375 \cdot 5 + 0,625 \cdot 0,80) \cdot 1,1 = 2,638 \text{ грн.}$$

Витрати на оплату праці працюючих:

$$O = T \cdot r \cdot k_{\text{н}} \cdot k_{\text{o}} \cdot k_{\text{с}}, \quad (5)$$

де:

$T$  - трудомісткість відповідного виду робіт для виробництва добової норми вогнегасного засобу, яка становить 200 кг; при 8-годинному робочому дні і двох працюючих приймаємо  $T=16$  людино-годин.

$r$  - годинна тарифна ставка працюючого 5 розряду у 2018 році 32,5 грн [14,15].

$k_{\text{н}}$  - коефіцієнт, який враховує простої,  $k_{\text{н}} = 1,1$ ;

$k_{\text{o}}$  - коефіцієнт, який враховує оплату відпусток,  $k_{\text{o}} = 1,1$ ;

$k$  - коефіцієнт, який враховує відрахування на соціальні заходи,  $k = 1,51$ .

$$O = 16 \cdot 32,5 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,51 = 950,1 \text{ грн.}$$

$950,1/300 = 3,17$  грн. на один кілограм продукції.

Непрямі витрати  $N$ , які включають адміністративно-господарські витрати з організації та проведення робіт, визначаються як 5 % від прямих витрат ( $M+O$ ).

$$N = 0,05(M + O),$$

у випадку амонійфосфату  $0,05(7,99+3,17) = 0,59$  грн/кг,

у випадку диамонійфосфату  $0,05(2,64+3,17) = 0,32$  грн/кг,

Кошторисна вартість експлуатації виробничих потужностей  $E$ .

$$E = C_{ам} + C_{т-р} + C_{ор} + C_{оп} + C_{ел} \quad (6),$$

де:  $C_{ам}$  – амортизаційні відрахування,

$$C_{ам} = N_{ам} K_0 \text{ грн./рік} \quad (7),$$

де :

$K_0$  – вартість обладнання;

$N_{ам} = 15\%$  у рік — передбачувана норма амортизаційних відрахувань [16,17];

$$C_{ам} = 0,15 \cdot 10000 = 1500 \text{ грн/рік}$$

$C_{т-р}$  - витрати на поточний ремонт і технічне обслуговування обладнання

$$C_{т-р} = N_{т.р.} K_0 \text{ грн./рік} \quad (8)$$

де:

$N_{т.р.} = 4,5\%$  у рік — передбачувана норма відрахувань на поточний ремонт і обслуговування.

$$C_{т-р} = 0,045 \cdot 10000 = 450 \text{ грн/рік}$$

$C_{ор}$  – оплата оренди виробничих приміщень, при площі в  $160 \text{ м}^2$  оцінюється в

$$C_{ор} = 6000 \text{ грн/рік} [18];$$

$C_{оп}$  – витрати на опалювання, при вартості опалювання в зимовий період  $27,83 \text{ грн/м}^2$  [19]

$$C_{оп} = 160 \cdot 27,83 \cdot 6 = 26716 \text{ грн/рік}$$

$C_{ел}$  - витрати на електроенергію.

$$C_{ел} = \Pi_{ел} \cdot N \cdot T_p \cdot n,$$

де

$N$  - встановлена електрична потужність,  $N = 0,1 \text{ кВт}$  (тільки на освітлення);

$\Pi_{ел}$  - тариф на 1 кВт-годину, грн.;  $\Pi_{ел} = 2,02 \text{ грн} [20]$

$T_p$  - річний фонд часу роботи встановленої потужності,  $T_p = 1600$  годин (200 днів)

$n$  – кількість одиниць обладнання,  $n = 10$

$$C_{ел} = 2,02 \cdot 0,1 \cdot 1600 \cdot 10 = 3232 \text{ грн}$$

$$E = 1500 + 450 + 6000 + 26716 + 3232 = \text{грн. /рік}$$

При продуктивності  $300 \text{ кг}$  вогнегасного порошку на зміну, вартість експлуатації виробничих потужностей на 1 день буде дорівнювати:

$$37899/200 = 189,5 \text{ грн},$$

а на  $1 \text{ кг}$  товару:

$$\Pi = 189,5/300 = 0,63 \text{ грн/кг}$$

Повна вартість одного кілограма створеного вогнегасного засобу:

У випадку амонійфосфату

$$K_{в(створеного)} = 7,990 + 0,59 + 3,76 + 0,63 = 12,97 \text{ грн}$$

У випадку діамонійфосфату

$$K_{в(створеного)} = 2,638 + 0,32 + 3,76 + 0,63 = 7,35 \text{ грн}$$

**Перспективи подальших досліджень.**

Як показали випробування, отримані зразки здатні залишатися на поверхні рідини 2-3 години. Після чого вони набирають вологу і занурюються. Цього часу цілком достатньо для гасіння рядової пожежі. Але при дуже масштабних пожежах, коли пожежу на танкері, що горить, не вдається загасити тижнями, дуже важливо оточити місце пожежі засобом, який гасив би полум'я в рідині, що розтікається, і зберігав цю здатність якомога довше. Тому подальші дослідження направлені на збільшення часу, який засіб зберігає здатність не занурюватися під поверхню рідини.

**Висновки.** За даними НПФ «Фактор», вартість найбільш поширеного в Україні вогнегасячого порошку на основі амонійних солей фосфатної кислоти *П-2АПМ* складає  $15 - 18 \text{ грн}$  за  $1 \text{ кг}$ .

Таким чином, економічна ефективність даної розробки дорівнює:

$$\text{У випадку амонійфосфату} \quad E_{еф} = \Delta^+ K = 15 - 12,97 = 2,03 \text{ грн}$$

$$\text{У випадку діамонійфосфату} \quad E_{еф} = \Delta^+ K = 15 - 7,35 = 7,65 \text{ грн}$$

При цьому треба врахувати, що при великій площі горіння рідини порошком *П-2АПМ*, як і іншими порошковими сумішами, загасити пожежу практично неможливо.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ЗІК:новини України, телеканал ЗІК. На Харківщині палало нафтопереробне підприємство [Електронний ресурс].

[https://zik.ua/news/2017/07/04/na\\_harkivshchy\\_ni\\_palalo\\_naftopererobne\\_pidpriumstvo\\_1125891](https://zik.ua/news/2017/07/04/na_harkivshchy_ni_palalo_naftopererobne_pidpriumstvo_1125891).

2. Новости Украины и Мира. Главные и последние новости – Новое Время. На Сахаліні стався розлив нафти, на забрудненій площі почалася пожежа [Електронний ресурс]. <https://nv.ua/ukr/world/countries/na-sahalini-stavsja-rozliv-nafti-zabrudnenoji-ploshchi-rochalsja-pozhezha-101196.html>.

3. Новини Харкова і області Діпо.ua. Рятувальники загасили ємності з бензином під Харковом: подробиці пожежі [Електронний ресурс]. <https://kh.depo.ua/ukr/kh/2016/ryatuvalniki-zagasili-ernosti-z-benzinom-pid-harkovom--23042016092500>

4. Г.І. Єлагін, М.Г. Шкарабура, М. А. Кришталь, О.М. Тищенко. Основи теорії розвитку та припинення горіння. – Черкаси 2001 – С.447.

5. Патент № 2216371 Российская Федерация, А62D1/00. Огнетушачий порошоквый состав и способ его получения.

6. Патент № 2170601 Российская Федерация, А62D1/00 Способ приготовления средства для тушения пожара и сорбирования нефтепродуктов.

7. Патент № 2263525 Российская Федерация, А62D1/00. Огнетушащее средство для тушения нефти и нефтепродуктов.

8. Деклараційний патент на корисну модель №91399. Опубл. 10.07.2014р., Бюл. № 13/2014, автори Г.І.Єлагін, М.А.Кришталь, Р.А.Палагін. Спосіб виробництва вогнегасного засобу.

9. Деклараційний патент на корисну модель №91400. Опубл. 10.07.2014р., Бюл. № 13/2014, автори Г.І.Єлагін, М.А.Кришталь, Р.А.Палагін. Вогнегасний засіб.

10. Єлагін Г.І., Ющук І.О. Інгібуючий вогнегасний засіб на основі вогнегасних солей, іммобілізованих пористим носієм. Матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Надзвичайні ситуації: безпека та захист», Черкаси: 2018 р, стор. 90-93.

11. Єлагін Г.І., Алексєєва О.С., Ющук І.О. Засоби для гасіння пожеж горючих рідин на основі вогнегасних солей, іммобілізованих пористим носієм. «Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація: збірники наукових праць. - Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2018. - № 3, стор. 26-35.

12. Вогнегасний засіб. Єлагін Г.І., Тищенко Є.О., Алексєєва О.С., Ющук І.О. Заявка на видачу деклараційного патенту на корисну модель № u 201901887. Зареєстровано 25.02.2019 р.

13. Спосіб виробництва вогнегасного засобу. Єлагін Г.І., Тищенко Є.О., Алексєєва О.С., Ющук І.О. Заявка на видачу деклараційного патенту на корисну модель № u 201901884. Зареєстровано 25.02.2019 р.

14. Посадові оклади (тарифні ставки) працівників за Єдиною тарифною сіткою для використання при підготовці бюджетного запиту в 2017 році на 2018 – 2020 роки. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.zarplata.co.ua>.

15. Оплата труда — 2018: новації [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://minfin.com.ua/2017/12/21/31540238/>.

16. Амортизація основних фондів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pidruchniki.com/1880413/ekonomika/Amortizatsiya-osnovnich-fondiv>.

17. Групи основних засобів згідно пункту 138.3.3 Податкового кодексу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.buhoblik.org.ua/nalogi/nalog-na-pribyl/1000-grupi-osnovnix-zasobiv.html>.

18. Оренда виробничих приміщень Черкаси [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.olx.ua/obyavlenie/sdaetsya-proizvodstvennoe-pomeschenie-ul-chigirinskaya-IDBtqLi.html#56008116cf>.

19. Новые тарифы на отопление в Украине [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://maanimo.com/indexes/142540-tarify-na-otoplenie-v-ukraine-sezon-2017-2018>.

20. Тарифи на електроенергію на 2018 рік. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.oblenergo.kharkov>.

ua/consumers/tarifs/taryfy-na-elektroenergiyu-na-sichen-2018-roku.

## REFERENCES

1. ZIK: novini Ukraini, telekanal ZIK. Na Kharkivschini palalo naftopererobne pidpriemstvo. [Electronniy resurs]. [https://zik.ua/news/2017/07/04/na\\_harkivshchyni\\_palalo\\_naftopererobne\\_pidpriemstvo\\_1125891](https://zik.ua/news/2017/07/04/na_harkivshchyni_palalo_naftopererobne_pidpriemstvo_1125891).
2. Novosti Ukraini i Mira. Glavnie i poslednie novosti – Novoe Vremya. Na Sahalini stavlya rozliv nafti, na zabrudneniy ploschi pochalasya poshesza. [Electronniy resurs]. <https://nv.ua/ukr/world/countries/nasahalini-stavsja-rozliv-nafti-zabrudnenoji-ploshchi-pochalasja-pozhezha-101196.html>.
3. Novini Kharkova i oblasti Depo.ua. Ryatuvalniki zagasili emnosti z benzinom pid Kharkovom: podrobisci posheszi [Electronniy resurs]. <https://kh.depo.ua/ukr/kh/2016/ryatuvalniki-zagasili-emnosti-z-benzinom-pid-harkovom--23042016092500>
4. G.I. Yelagin, M.G. Chkarabura, M. A. Krishtal, O.M. Tischenko. Osnovi teorii rozvitku ta pripinennya gorinna. – Cherkasi 2001 – C.447.
5. Patent № 2216371 Rossiyskaya Federatsia, A62D1/00. Ognetushaschiy poroshkoviy sostav i sposob ego poluscheniya.
6. Patent № 2170601 Rossiyskaya Federatsia, A62D1/00. Sposob prigotovleniya sredstva dlya tucheniya poszara i sorbirovaniya nefteproduktov.
7. Patent № 2263525 Rossiyskaya Federatsia, A62D1/00. Ognetushaschee sredstvo dlya tucheniya nefti i nefteproduktov.
8. Deklaratsiyniy patent na korisnu model №91399. Opubl. 10.07.2014p., Byul. № 13/2014, avtor G.I. Yelagin, M. A. Krishtal, R.A. Palagin. Sposib virobnitstva vognegasnogo zasobu.
9. Deklaratsiyniy patent na korisnu model №91400. Оpubл. 10.07.2014p., Byul. № 13/2014, avtor G.I. Yelagin, M. A. Krishtal, R.A. Palagin. Vognegasniy zasib.
10. Yelagin G.I., Yuschyuk I.O. Ingibuyutciy vognegasniy zasib na osnovi vognegasnich soley, immobilizovanih poristim nosiem. Materiali VIII Vseukrainskoyi naukovopraktitnoyi konferentsiyi z misznarodnoyu utcastyu. «Nadxvitcayni situatsiyi: bezpeka ta zachist», Cherkasi: 2018 r, stor. 90-93.
11. Yelagin G.I., Alekseeva O.S., Yuschyuk I.O. Zasobi dlya gasinnya poshesz goryutcich ridin na osnovi vognegasnich soley, immobilizovanih poristim nosiem. «Nadxvitcayni situatsiyi: poperedszennya ta likvidatsiya: zbirniki naukovicy prate. - Cherkasi: TCIPB im. Geroyiv Tchernobilya NUTCZ Ukraini, 2018. - № 3, stor. 26-35.
12. Vognegasniy zasib. Yelagin G.I., Tischenko E.O., Alekseeva O.S., Yuschyuk I.O., Zayavka na vidatcu deklaratsiynogo patent na korisnu model № u 201901887. Zareestrovano 25.02.2019 p.
13. Sposib virobnitstva vognegasnogo zasobu. Yelagin G.I., Tischenko E.O., Alekseeva O.S., Yuschyuk I.O., Zayavka na vidatcu deklaratsiynogo patent na korisnu model № u 201901884. Zareestrovano 25.02.2019 p.
14. Posadovi okladi (tarifni stavki) prativnikiv za Edinoyu tarifnoyu sitkoyu dlya vikoristannya pri pidgotovtci byudzetnogo zapitu v 2017 rotsi na 2018 – 2020 roki. [Electronniy resurs]. – Reszim dostupu: <http://www.zarplata.co.ua>.
15. Oplata truda — 2018: novatsii [Electronniy resurs]. – Reszim dostupu: <https://minfin.com.ua/2017/12/21/31540238/>.
16. Amotizatsiya osnovnich fondiv [Electronniy resurs]. – Reszim dostupu: <https://pidruchniki.com/1880413/ekonomika/>
17. Grupi osnovnich zasobiv zgidno punktu 138.3.3 Podatkovogo kodeksu [Electronniy resurs]. – Reszim dostupu: <http://www.buhoblik.org.ua/nalogi/nalog-na-pribyl/1000-grupi-osnovnix-zasobiv.html>.
18. Orendf virobnitcich primischen Cherkasi [Electronniy resurs]. – Reszim dostupu: <https://www.olx.ua/obyavlenie/sdaetsya-a-proizvodstvennoe-pomeschenie-ul-higirinskaya-IDBtqLi.html#56008116cf>.
19. Novie tarifi na otoplenie v Ukraine [Electronniy resurs]. – Reszim dostupu: <https://maanim.com/indexes/142540-tarify-na-otoplenie-v-ukraine-sezon-2017-2018>.

20. Tarifi na eektroenergiyu na 2018 рік. [Electronniy resurs]. – – Reszim dostupu: <https://www.oblenergo.kharkov.ua/consumers/t>

arifs/taryfy-na-elektroenergiyu-na-sichen-2018-roku.

*М. А. Куценко, канд. економ. наук, доцент,  
Г. И. Елагин., канд. хим. наук, старший научный сотрудник,  
И. О. Ющук, Е. С. Алексеева, канд. техн. наук, доцент,  
В. В. Наконечный, канд. техн. наук, доцент, П. И. Заика, канд. техн. наук, доцент,  
Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля  
Национального университета гражданской защиты Украины*

### **ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СРЕДСТВ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ НА ОСНОВЕ ОГНЕТУШАЩИХ СОЛЕЙ, ИММОБИЛИЗОВАННЫХ ПОРИСТЫМ НОСИТЕЛЕМ**

*Проведен экономический анализ способа изготовления огнетушащих средств, которые представляют собой пористый носитель – стружку древесины, с адсорбированными в порах огнетушащими солями. В первую очередь такие средства предназначены для тушения пожаров горючих жидкостей, разлитых на больших площадях. Зона горения в таких случаях располагается над поверхностью жидкости. Чтобы загасить пламя, необходимо или нанести огнетушащее средство на всю поверхность одновременно, или использовать средство, которое покрывало бы отдельный участок пожара достаточно долгое время, достаточное для нанесения его на соседний участок. Иначе горючая смесь над поверхностью жидкости, только что погашенная, будет поджигаться пламенем от соседних участков. В случае пожаров жидкостей, разлитых на больших площадях, горение невозможно прекратить водой, инертными газами или хладонами. Непригодны здесь и обычные порошковые средства тушения пожаров, так как порошки имеют удельную плотность, большую удельной плотности и воды и, тем более, углеводородных жидкостей. В результате, порошок действует только несколько секунд. А потом уходит под поверхность и покидает зону горения. На практике для тушения таких пожаров используют лишь воздушно-механические пены, что имеет несколько недостатков и, в первую очередь, с*

*экологической точки зрения. В отличие от обычных порошков, средство, которое рассматривается, имеет насыпную массу меньшую, чем удельная плотность воды и углеводородных жидкостей. Легкий пористый носитель обеспечивает постоянное нахождение средства на поверхности жидкости, т.е. в зоне ее горения. Огнетушащая же соль десорбируется под действием теплоты пожара и ингибирует горение. Носители, которые используются (древесная стружка) экологически безвредны, а огнетушащие соли (аммонийфосфат и диаммонийфосфат) обычно применяются в сельском хозяйстве в качестве минеральных удобрений и тоже вреда окружающей среде не наносят. Методика изготовления средства заключается в замещении воздуха в порах носителя раствором огнетушащей соли с последующим удалением воды высушиванием. В случае древесной стружки, где стенки пор эластичны, достаточно просто несколько раз сжать носитель в растворе огнетушащей соли и отпустить. Решение вопроса о целесообразности изготовления нового средства тушения пожара требует экономического анализа аспектов его изготовления, которое и проводится в данной статье.*

**Ключевые слова:** *горение жидкостей, ингибирование, носители, огнетушащие соли, иммобилизация, экономический анализ.*



*M. A. Kutsenko, PhD in economic sciences, docent, G. I. Yelagin, PhD in chemical sciences, SRF, H. S. Alekseeva, PhD in technical sciences, docent, I. O. Yushchuk, V. V. Nakonetsny, PhD in technical sciences, docent, P. I. Zaika, PhD in technical sciences, docent, Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chornobyl Heroes Of National University of Civil Defence of Ukraine*

### **FEASABILITY STUDY OF ORGANIZATION OF MAKING OF FACILITIES OF EXTINGUISHING FIRES OF COMBUSTIBLE LIQUIDS ON BASIS OF FIRE EXTINGUISHING SALTS, IMMOBILIZED BY POROUS CARRIER**

*The economic analysis of method of making of fire extinguishing facilities that are a porous carrier - shaving of wood is conducted, with adsorbed in pores by fire extinguishing salts. First of all such facilities are intended for extinguishing of fires of the combustible liquids poured out on large areas. The zone of burning in such cases is situated above the surface of liquid. To put out flame, it is necessary or to inflict fire extinguishing means on all surface simultaneously, or to use means that would cover the separate area of fire long time enough, sufficient for causing of him on a nearby area. Otherwise air-gas above the surface of liquid, just liquidated, will be set on fire by flame from nearby areas. In case of fires of the liquids poured out on large areas, it is impossible to stop burning with water, rare gases or Freon. Ordinary powder-like facilities of extinguishing of fires are useless here, because powders have a specific closeness, large specific closeness and water and, moreover, hydrocarbon liquids. As a result, powder operates only a few seconds. And then goes under the surface and leaves the zone of burning. In practice for extinguishing of such fires only airily-mechanical foam is used, that has a few defects and, first of all, from the*

*ecological point of view. Unlike ordinary powders, means that is examined have bulk mass less, than specific closeness of water and hydrocarbon liquids. An easy porous carrier provides the permanent being of means on the surface of liquid, i.e. in the zone of her burning. Fire extinguishing salt desorbs under the action of warmth of fire and inhibits burning. Carriers that are used (arboreal shaving) ecologically harmless, and fire extinguishing salt (amoniyfosfat and diamoniyfosfat) are usually used in agriculture as mineral fertilizers and too it is not harmed an environment. Methodology of making of means consists substituting for air in the pores of carrier by solution of fire extinguishing salt with the subsequent moving away of water drying. In case of the arboreal shaving, where the walls of pores are elastic, simply enough several times to squeeze a carrier in solution of fire extinguishing salt to release. The decision of question about expedience of making of new means of extinguishing of fire requires the economic analysis of aspects of his making that is conducted in this article.*

**Keywords:** *burning of liquids, inhibition, carriers, fire extinguishing salt, immobilization, economic.*