

А.А. Лісняк, викладач, УЦЗУ,
І.Г. Дерев'яно, ст. викладач, УЦЗУ

**АНАЛІЗ РОЗРАХУНКІВ ПОТРІБНИХ ВИТРАТ ВОДИ
ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ
НА ВІДКРИТИХ СКЛАДАХ ЛІСОМАТЕРІАЛІВ**
(представлено доктором техн. наук А.Н. Лариним)

Викладений аналіз розрахунків потрібних витрат води для гасіння пожеж на відкритих складах лісоматеріалів та обґрунтована доцільність проведення точних розрахунків потрібних витрат води на гасіння пожежі.

Постановка проблеми. В теперішній час розрахунки потрібних витрат ($Q_{\text{ПОТР.}}$) вогнегасячої речовини (найчастіше використовується вода) на гасіння пожеж штабелів пиломатеріалів на відкритих складах виконується за формулами [1]

$$Q_{\text{ПОТР}} = S_{\text{ГАС}} \cdot I_{\text{ПОТР}} = a \cdot h \cdot I_{\text{ПОТР}}; \quad (1)$$

$$Q_{\text{ПОТР}} = P_{\text{ПОЖ}} \cdot H \cdot I_{\text{ПОТР}}; \quad (2)$$

$$Q_{\text{ПОТР}} = a \cdot (H + h) \cdot I_{\text{ПОТР}}, \quad (3)$$

де: $Q_{\text{ПОТР}}$ - потрібні витрати води на гасіння пожежі, л/с; $S_{\text{ГАС}}$ - площа гасіння, м^2 ; $I_{\text{ПОТР}}$ - потрібна інтенсивність подачі води на гасіння пожежі, $\text{л/с} \cdot \text{м}^2$, (дорівнює 0,20-0,45)[1]; a - довжина фронту пожежі, м; h - глибина гасіння, м; (приймається: при гасінні ручними стволами – 5м, лафетними – 10 м); $P_{\text{ПОЖ}}$ - периметр пожежі, м; H - висота штабелю, м.

Але умови, в яких необхідно застосовувати ту чи іншу формулу не уточнюються. В результаті маємо: зниження якості гасіння пожежі, або невиправдано збільшені витрати води на пожежегасіння.

Аналіз останніх досягнень та публікацій. У більшості країн Європи та США оптимізації витрат вогнегасних речовин під час пожежегасіння приділяється багато уваги. Серед підходів до вирішення цієї проблеми можна виділити наступні:

- використання імпульсної подачі вогнегасних засобів [3, 4];
- розробка нових вогнегасних складів з високою вогнегасною дією [5];
- проведення точних розрахунків потрібних витрат вогнегасної речовини [6].

Суттєво знизити витрати води на пожежегасіння, а відповідно і кількість пролитої води дозволяє використання технічних засобів імпульсної подачі [3, 4]. Такі засоби добре себе зарекомендували при ліквідації пожеж у початковій стадії розвитку, особливо у невеликих приміщеннях. Проте, для гасіння пожеж на відкритих технологічних установках, ліквідації пожеж розливів ЛЗР та ГР, пористих та подрібнених речовин і матеріалів, використання технології імпульсної подачі є недоцільним через малі (недостатні) витрати вогнегасних речовин, залежність від джерела високого тиску та обмежену кількість імпульсів.

Розробка нових вогнегасних складів, що мають високу вогнегасну здатність, є на сьогоднішній найбільш поширеним підходом при вирішенні питання зниження збитків від пожеж [5], і на сьогоднішній день розроблена ціла низка вогнегасних складів, які мають високі вогнегасні показники [7]. Проте, кожен зі складів рекомендується для гасіння окремого вузького класу пожеж, та не може стати повноцінною заміною воді.

Постановка задачі та її розв'язання. Для вирішення задач щодо якісного гасіння пожеж та суттєвого зниження витрат води на пожежегасіння, а відповідно і зниження матеріальних та інших збитків від пожежі, та кількості пролитої води, є сенс проведення точних розрахунків потрібних витрат вогнегасної речовини. Даний підхід не несе за собою матеріальних затрат, та може використовуватись на будь яких об'єктах за наявності необхідної інформації про горюче завантаження. Але найбільш доцільно використовувати даний підхід під час пожеж де є необхідність подачі великої кількості вогнегасних речовин, наприклад, на складах лісоматеріалів [6].

Спробуємо визначити найбільш оптимальні умови застосування наведених вище формул. Для цього, за допомогою формул (1), (2) та (3) визначимо необхідні витрати води для ліквідації горіння на прикладі одного штабеля пиломатеріалів, розмірами 12x12 метрів (залежно від довжини досок) та висотою до 12 м. Воду на гасіння штабеля будемо подавати ручними стволами з однієї сторони штабеля. Таким чином маємо: $h=5$ м; $a=12$ м; $I_{\text{ПОТР}} = 0,45$ л/с·м² (при вологості 8-14%); H приймемо = 6 м.

Підставивши ці значення в формули (1), (2) та (3) отримаємо:

$$Q_{\text{ПОТР.}} = 12 \cdot 5 \cdot 0,45 = 27 \text{ л/с,}$$

$$Q_{\text{ПОТР.}} = 12 \cdot 6 \cdot 0,45 = 32,4 \text{ л/с,}$$

$$Q_{\text{ПОТР.}} = 12 \cdot (6 + 5) \cdot 0,45 = 59,4 \text{ л/с.}$$

Якщо підійти до визначення необхідних витрат води, необхідних для припинення горіння з умовою, що вода повністю витрачається-

ся на припинення горіння ($Q_{\text{ПОТР.}}^{\text{ТЕОР.}}$), то в умовах гасіння пожежі повинно виконуватися рівняння [2]

$$Q_{\text{ВІДВ}} = Q_{\text{ВИД}}; \quad (4)$$

$$Q_{\text{ВІДВ}} = Q_{\text{ПОТР.}}^{\text{ТЕОР.}} \cdot Q_{\text{ОХОЛ}}^{\text{ПИТ}}; \quad (5)$$

$$Q_{\text{ВИД}} = m \cdot q_{\text{Н.}}^{\Gamma} \cdot a \cdot h, \quad (6)$$

де: $Q_{\text{ВІДВ}}$ - кількість тепла, що відводиться водою в процесі гасіння, кДж/с; $Q_{\text{ВИД}}$ - кількість тепла, що виділяється на пожежі, кДж/с; $Q_{\text{ОХОЛ}}^{\text{ПИТ}}$ - питомий ефект охолодження (один літр води при повному її випаровуванні здатен відняти 4400 кДж [2]), кДж/л; m - питома масова швидкість вигорання деревини на пожежі, кг/(м²с); $q_{\text{Н.}}^{\Gamma}$ - найнижча теплота горіння деревини, кДж/кг (під час горіння 1 кг деревини виділяється 12500-14600 кДж).

Підставивши рівняння (5),(6) в (4) та виконавши певні перетворення, отримуємо

$$Q_{\text{ПОТР.}}^{\text{ТЕОР.}} = \frac{m \cdot q_{\text{Н.}}^{\Gamma} \cdot a \cdot h}{Q_{\text{ОХОЛ}}^{\text{ПИТ}}}. \quad (7)$$

За допомогою отриманої формули (7) визначимо $Q_{\text{ПОТР.}}^{\text{ТЕОР.}}$ для штабеля деревини, що горить. Розміри штабеля в плані 12x12 м. Щільність укладки штабелю ρ змінюється від 0,1 до 0,6. Висота штабелю від 4 до 12 метрів. Гасіння здійснюється ручними стволами з однієї сторони штабеля. Таким чином маємо: $q_{\text{Н.}}^{\Gamma} = 12500 - 14600$ кДж/кг, $Q_{\text{ОХОЛ}}^{\text{ПИТ}} = 4400$ кДж/кг, $H = 4 - 12$ м, $\rho = 0,1 - 0,6$, $h = 5$ м, $a = 12$ м.

При $H = 4$ м та $\rho = 0,1$ $m = 0,0268$ кг/м²с (див. таблицю 1).

Таблиця 1 – Середня швидкість вигорання соснової деревини в штабелях пиломатеріалів в період полум'яного горіння, кг/м²с

Щільність укладки штабелів, ρ	Висота штабелів, м			
	4	6	8	12
0,1	0,0268	0,0403	0,054	0,0805
0,2	0,0573	0,086	0,146	0,172
0,3	0,062	0,111	0,175	0,24
0,4	0,107	0,161	0,215	0,322
0,5	0,143	0,215	0,287	0,43
0,6	0,146	0,218	0,291	0,437

Підставивши відповідні значення в формулу (7), отримаємо

$$Q_{\text{ПОТР}}^{\text{ТЕОР}} = \frac{0,0268 \cdot 14600 \cdot 12 \cdot 5}{4400} = 5,34 \text{ л/с і т. д.}$$

Результати розрахунків за формулою (7) приведені на рисунку 1.

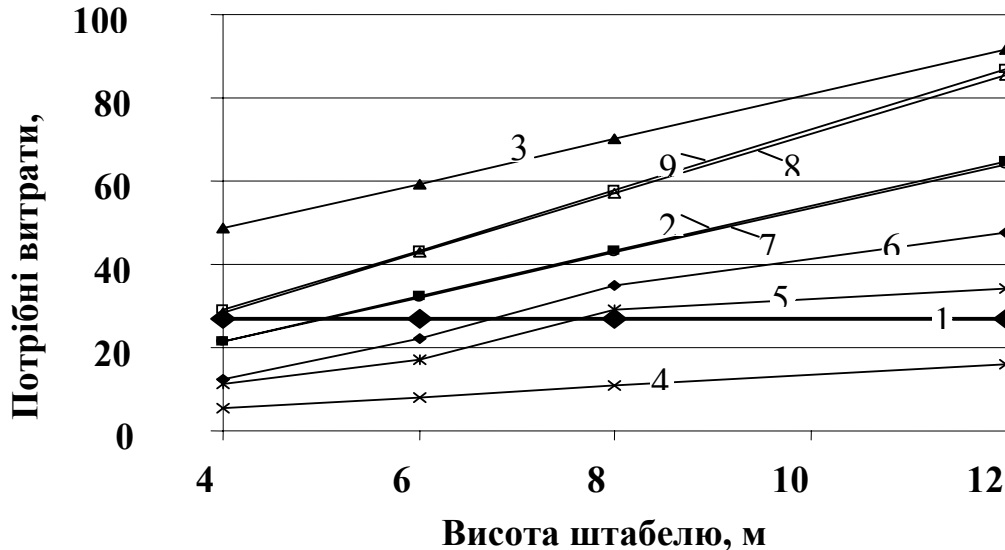


Рисунок 1 – Залежність витрат на гасіння штабелю пиломатеріалів що горить від висоти штабелю та щільності його укладки: 1 - $Q_{\text{ПОТР}} = a \cdot h \cdot I_{\text{ПОТР}}$; 2 - $Q_{\text{ПОТР}} = P_{\text{ПОЖ}} \cdot H \cdot I_{\text{ПОТР}}$; 3 - $Q_{\text{ПОТР}} = a \cdot (H + h) \cdot I_{\text{ПОТР}}$; 4; 5; 6; 7; 8 та 9 - $Q_{\text{ПОТР}}^{\text{ТЕОР}}$ при щільності укладки штабелів 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 та 0,6 відповідно

Якщо проаналізувати дані рисунку 1, можна зробити висновки, що потрібні витрати води, визначені за формулами (1), (2) та (3) можуть забезпечити гасіння штабелю (див. табл. 2).

Таблиця 2

№ з/п	$Q_{\text{ПОТР}} = a \cdot h \cdot I_{\text{ПОТР}}$		$Q_{\text{ПОТР}} = P_{\text{ПОЖ}} \cdot H \cdot I_{\text{ПОТР}}$		$Q_{\text{ПОТР}} = a \cdot (H + h) \cdot I_{\text{ПОТР}}$	
	Щільність укладки	Висота штабелю, м	Щільність укладки	Висота штабелю, м	Щільність укладки	Висота штабелю, м
1.	0,1	до 12	0,1	до 12	0,1	до 12
2.	0,2	до 6	0,2	до 12	0,2	до 12
3.	0,3	до 4	0,3	до 12	0,3	до 12
4.	0,4	Н.З.	0,4	до 12	0,4	до 12
5.	0,5	Н.З.	0,5	Н.З.	0,5	до 12
6.	0,6	Н.З.	0,6	Н.З.	0,6	до 12

Примітка - Н.З. – не забезпечуються потрібні витрати.

Висновок. Таким чином, провівши розрахунки потрібних витрат води, можна вирішити завдання щодо підвищення якості гасіння пожеж штабелів деревини та скоротити невиправдані витрати води для потреб пожежегасіння.

ЛІТЕРАТУРА

1. Иванников В.П., Ключ П.П. Справочник руководителя тушения пожара. – М.: Стройиздат, 1987. – 288 с.: ил.
2. Кошмаров Ю.А., Башкирцев М.П. Термодинамика и теплопередача в пожарном деле. – М.: ВИПТШ МВД СССР, 1987. – 440 с.
3. Яремин В.М., Дымов С.М., Дариченко С.Г., Корпичев С.В. Оценка перспектив использования переносного средства импульсной подачи мелкораспыленной воды для тушения пожаров // Пожаровзрывобезопасность. – 1997. - №2. – С. 23 -24.
4. Лінчевський Є.А., Сировий В.В. Розробка тактичного забезпечення до імпульсних вогнегасників // Пожежна безпека. Науковий збірник. Ч.3. – Черкаси: ЧПБ. – 1999. С. 21-23.
5. Котов А.Г. Пожаротушение и системы безопасности – Киев: Изд. дом «Репро-Графика», 2003. – 270 с.
6. Рекомендации по тушению пожаров на открытых складах лесоматериалов. –М.:ВНИИПО МВД России, 1995. – 76 с.
7. Жидкостные средства пожаротушения. Обзор зарубежных изобретений /Пивоваров Л.З.; Всесоюзный научно-исследовательский институт противопожарной обороны МВД СССР. – Балашиха-6, 1970, 65 с.
nuczu.edu.ua

Стаття надійшла до редакції 12.09.2008 р.