

*Ю. М. Сенчихін, к.т.н., професор, проф. каф., НУЦЗУ,
В. В. Сировой, к.т.н., доцент, доц. каф., НУЦЗУ,
К. М. Остапов, к.т.н., викладач каф., НУЦЗУ,
В. Г. Аветісян, к.т.н., доцент, доц. каф., НУЦЗУ*

УДОСКОНАЛЕНА МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ СИЛ І ЗАСОБІВ ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ НА РУХОМОМУ СКЛАДІ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

(представлено д.т.н. Кіреєвим О. О.)

Розроблено та представлено удосконалену, зручну у використанні, методику розрахунку сил і засобів для гасіння пожеж на рухомому складі залізничного транспорту. Запропоновано використання даної методики у довіднику керівника гасіння пожежі.

Ключові слова: залізничний транспорт, гасіння, сили і засоби, рухомий склад, нормативні показники, залізнична цистерна, аварія.

Постановка проблеми. Гасіння пожеж на рухомому складі залізничного транспорту пов'язано зі складністю в організації оперативних дій, що обумовлено затримкою у введенні засобів пожежогасіння до з'ясування фізико-хімічних властивостей вантажів та знеструмлення контактної мережі, необхідністю чіткої взаємодії з аварійно-рятувальними службами залізниці, застосуванням для гасіння пожеж значної кількості сил та засобів [1].

В таких умовах, на керівника гасіння пожежі (КГП) покладається значна роль у визначенні потрібної кількості сил і засобів (СіЗ) для здійснення оперативної роботи в умовах, що визначає обстановка. При цьому, однією із проблем є те, що існуючі методики розрахунку СіЗ не відповідають сучасним вимогам, які визначають діяльність КГП при пожежах на рухомому складі залізничного транспорту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У [2–5] порядок визначення нормативних показників, а в цілому сил і засобів ґрунтується на особистому досвіді КГП та об'явленням номеру виклику, за яким прибуває визначена кількість відділень на основних пожежно-рятувальних автомобілях (ПРА) та спеціальних підрозділів без врахування умов та обстановки на пожежі.

Представлений у [6–8] порядок визначення СіЗ для гасіння пожеж на рухомому складі залізничного транспорту базується на підставі норм виконання оперативних дій за умов на пожежі, достатньо розкриває порядок їх обґрунтування, але в цілому не дає можливість, як завчасно так і оперативно, в умовах здійснення оперативних дій розрахувати потрібну кількість СіЗ для виконання оперативних дій під час гасіння пожеж в умовах і обстановці, що характеризують особливості розвитку пожеж на рухомому складі залізничного транспорту. До того ж, методики мають протиріччя, що призводить до визначення необґрунтованих показників.

Постановка завдання та його вирішення. На підставі технічного завдання на НДР (державний реєстраційний № 0114U002477) «Провести дослідження та розробити довідник керівника гасіння пожежі» одним з очікуваних результатів є методика розрахунку сил і засобів для гасіння пожеж на рухомому складі залізничного транспорту».

Метою роботи є дати можливість КГП обґрунтовано та оперативно визначити потрібну кількість СіЗ пожежно-рятувальних підрозділів, з урахуванням додаткових параметрів особливості розвитку і гасіння пожеж, на рухомому складі залізничного транспорту для прогнозування та здійснення оперативних дій на різноманітних етапах їх гасіння.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступну задачу:

удосконалити методику розрахунок СіЗ, в якій додатково враховується особливості розвитку і гасіння пожеж на рухомому складі залізничного транспорту, а саме: розрахункова площа пожежі аварійного розливу легкозаймистих рідин (ЛЗР) і горючих рідин (ГР) із залізничних цистерн, довжина і ширина фронту пожежі в умовах поширення горіння удовж залізничних шляхів, кількість вагонів, що можуть постраждати під час пожежі, а також, загальна потрібна кількість вогнегасних речовин на гасіння та захист, що включає витрати води на гасіння розлитої ЛЗР, ГР, рухомого складу за периметром пожежі на охолодження залізничних цистерн у осередку пожежі, захист вагонів (цистерн) на сусідніх шляхах.

Враховуючи досвід гасіння пожеж на різноманітних об'єктах, умов і обстановки на пожежах, експериментальних та теоретичних досліджень [7–8], тактико-технічних характеристик пожежно-рятувальної техніки та обладнання пропонується удосконалена аналітична методика розрахунку СіЗ.

Однією з умов здійснення розрахунку СіЗ, є вибір вихідних даних для розрахунку. На вибір вихідних даних для розрахунку сил та засобів при гасінні пожеж на рухомому складі залізничного транспорту, впливає:

Оперативно-тактична характеристика (ОТХ) залізничних станцій та їх завантаженість рухомим складом - залізничні станції за своїм призначенням та характером роботи поділяються на пасажирські, вантажні, сортувальні, ділянкові та проміжкові);

ОТХ рухомого складу – до рухомого складу залізниці входять тепловози і дизель-поїзди, електровози і моторно-вагонний склад; цільнометалеві пасажирські вагони (ЦМВ), багажні, поштові, поштово-багажні та спеціальні вагони; вантажні криті дерев'яні і ЦМВ, напіввагони; платформи, контейнеровози, транспортери, цистерни; рефрижераторні секції (поїзди) і автономні рефрижераторні вагони (АРВ);

ОТХ вантажів та їх небезпека – рухомим складом залізниці перевозять практично усі вантажі, у тому числі і небезпечні (пожежовибухонебезпечні, хімічні, вибухові, отруйні, радіоактивні речовини й ін.), які поділяються на категорії згідно Правил перевезення вантажів та відображаються у Аварійних картках;

характер аварії (пожежі) – виникнення на станції, на перегоні; зі сходом, прокиненням, пошкодженням та руйнуванням рухомого складу; можливість вибухів, наявність небезпеки поширення небезпечних чинників на людей, сусідні об'єкти, рухомий склад та забруднення місцевості небезпечними ураженнями.

Вид і характерні показники застосування вогнегасних речовин для гасіння небезпечних вантажів – відображаються в аварійних картках.

Розрахунок СіЗ для гасіння пожеж на рухомому складі залізничного транспорту пропонується здійснювати за методикою, у ході якої визначають наступні показники у відповідній послідовності:

Під час розрахунку сил та засобів за основу приймають варіант найбільш складної обстановки на залізничній станції у випадку аварії рухомого складу, його сходження і прокинення із пошкодженням залізничних цистерн та розливом рідини нафти та нафтопродукту.

1. Розрахункова площа пожежі ($S_{\text{п}}^{\text{розр}}$) визначається з урахуванням аварійного розливу ЛЗР і ГР із залізничних цистерн, м^2 .

Практика гасіння пожеж показує, що площа розливу рідини з одної залізничної цистерни складає 850–1450 м^2 і залежить від метеорологічних умов, стану баласту та ухилу шляхів залізниці, рельєфу місцевості й ін. Лінійна швидкість поширення горіння поверхнею розлитих рідин, що горять, складає 15–25 м/хв і може зростати до 40 м/хв.

Отже, під час розрахунку площі пожежі на станції слід виходити з таких умов:

– розлив ЛЗР, ГР на площі 2800–3000 м^2 (для станцій, на яких здійснюється накопичення та транспортування рідин) або на площі 1450–1500 м^2 (для решти станцій);

– наявність у осередку пожежі $n_{\text{ц}}^{\text{гор}} = 6$ залізничних цистерн (для станцій, на яких здійснюється накопичення та транспортування ЛЗР, ГР) або $n_{\text{ц}}^{\text{гор}} = 3$ цистерни (для решти станцій);

– наявність на сусідніх залізничних шляхах поїздів, у тому числі з $n_{\text{ц}}^{\text{сусід}} = 8$ цистерн (для станцій, на яких здійснюється накопичення та транспортування ЛЗР, ГР) або $n_{\text{ц}}^{\text{сусід}} = 4$ цистерни (для решти станцій).

2. Довжина (а) і ширина (в) фронту пожежі визначаються з умов прямокутної форми його поширення. Тоді

$$S_{\text{п}}^{\text{розр}} = a \cdot b, \quad (1)$$

де а – довжина фронту пожежі, м; в – ширина фронту пожежі, м.

У разі розливу ЛЗР, ГР швидкість поширення горіння удовж залізничних шляхів в середньому у 3,5 рази вище, чим швидкість поширення горіння на поїзді, що знаходяться на сусідніх шляхах, тому $a = 3,5 \cdot b$. Тоді

$$S_{\text{п}}^{\text{розр}} = b(3,5 + b) = 3,5b^2. \quad (2)$$

3. Кількість вагонів, що можуть постраждати під час пожежі ($n_{\text{вар}}$),

визначається таким чином:

загальна кількість у осередку пожежі

$$n_{\text{ваг}}^{\text{заг}} = \frac{S_{\text{п}}^{\text{розрК}} K_{\text{відст}}}{S_{\text{ваг}}}, \quad (4)$$

де $n_{\text{ваг}}^{\text{заг}}$ – загальна кількість вагонів, які охоплено вогнем, шт.; $S_{\text{ваг}}$ – середня площа підлоги вагону, м^2 ; $K_{\text{відст}}$ – коефіцієнт, що враховує відстань між рухомим складом (приймається 0,75 за повної завантаженості станції);
на крайніх залізничних шляхах по довжині (а) фронту пожежі

$$n_{\text{ваг/ц}}^{\text{довж}} = \frac{a}{(L_{\text{ваг/ц}} + 1)}, \quad (5)$$

де $n_{\text{ваг/ц}}^{\text{довж}}$ – кількість вагонів (цистерн) на крайніх залізничних шляхах за довжиною фронту пожежі, шт; $L_{\text{ваг/ц}}$ – середня довжина вагону (цистерни) м; (+1) – відстань між торцями вагонів, дорівнює 1 м;
на залізничних шляхах за шириною (в) фронту пожежі

$$n_{\text{ваг/ц}}^{\text{шир}} = \frac{B}{L_{\text{зал.шл}}}, \quad (6)$$

де $n_{\text{ваг/ц}}^{\text{шир}}$ – кількість вагонів (цистерн) на залізничних шляхах за шириною фронту пожежі, шт; $L_{\text{зал.шл}}$ – мінімальна відстань, що займає один залізничний шлях з рухомим складом, м (приймається 4 м за повного завантаження станції);

за периметром пожежі без урахування цистерн, указаних у п.1

$$n_{\text{ваг}}^{\text{пер}} = 2(n_{\text{ваг/ц}}^{\text{довж}} (n_{\text{ваг/ц}}^{\text{шир}} - 2)) - n_{\text{ц}}^{\text{гоп}}, \quad (7)$$

де $n_{\text{ваг}}^{\text{пер}}$ – кількість вагонів за периметром пожежі, шт; $(n_{\text{ваг/ц}}^{\text{шир}} - 2)$ – кількість залізничних вагонів (цистерн) за шириною фронту пожежі, на які поширилося горіння виключно вагонів (цистерн) на крайніх шляхах (-2), шт; $n_{\text{ц}}^{\text{гоп}}$ – кількість залізничних цистерн на шляхах в осередку пожежі.

4. Загальна потрібна кількість вогнегасних речовин на гасіння та захист, що включає витрати води на гасіння розливої ЛЗР, ГР ($Q_{\text{розл}}^{\text{гас}}$), рухомого складу за периметром пожежі ($Q_{\text{перим}}^{\text{гас}}$), на охолодження залізничних цистерн у осередку пожежі ($Q_{\text{ц}}^{\text{охол}}$), захист вагонів (цистерн) на сусідніх шляхах ($Q_{\text{ваг/ц}}^{\text{зах}}$) дорівнює:

$$\begin{aligned} Q_{\text{гас/зах}}^{\text{заг}} &= Q_{\text{розл}}^{\text{гас}} + Q_{\text{перим}}^{\text{гас}} + Q_{\text{ц}}^{\text{охол}} + Q_{\text{ваг/ц}}^{\text{зах}} = \\ &= S_{\text{гас}}^{\text{розл}} I_{\text{С}}^{\text{розл}} + n_{\text{ваг}}^{\text{пер}} S_{\text{ваг}} I_{\text{С}}^{\text{гас}} + n_{\text{ц}}^{\text{гоп}} S_{\text{ц}} I_{\text{С}}^{\text{охол}} + n_{\text{ц}}^{\text{сусід}} 0,5 S_{\text{ц}} I_{\text{С}}^{\text{зах}}, \end{aligned} \quad (8)$$

де $S_{г.пер}^{розл}$ – площа гасіння розлитої ЛЗР, ГР за периметром пожежі, m^2 ; $I_S^{розч}$ – інтенсивність подавання робочого розчину піноутворювача на гасіння пожежі, $л/(m^2 \cdot c)$; $I_S^{гас}$, $I_S^{охол}$, $I_S^{зах}$ – інтенсивність подавання води на гасіння, охолодження і захист, відповідно, $л/(m^2 \cdot c)$; $n_{ц}^{суд}$ – кількість цистерн, що розташовані на сусідніх шляхах, шт (див. п.1); $S_{ц}$ – площа поверхні залізничної цистерни, m^2 .

Показники розрахунку – загальна кількість засобів подавання вогнегасних речовин (водяних стволів, пінних та порошкових стволів) для здійснення дій з гасіння пожежі та захисту, фактичні витрати вогнегасної речовини, запаси вогнегасної речовини, потрібна кількість особового складу, відділень (пожежно-рятувальних підрозділів) визначається за загальною методикою розрахунку сил та засобів [5] з урахуванням особливостей гасіння пожеж на рухомому складі залізниці.

Під час визначення потрібного запасу вогнегасної речовини (піноутворювача, вогнегасного порошку) розрахунковий час гасіння ($\tau_{гас}$) піною розлитого продукту приймають 30 хв, гасіння горловини залізничної цистерни 10 хв, гасіння розлитого продукту порошком 30с.

Кількість необхідної спеціальної та додаткової техніки залежить від особливостей залізничної станції, місця події та виду аварії або пожежі, віддаленості джерел водопостачання та інших умов.

У ході здійснення розрахунку, поетапно викреслюється можлива обстановка пожежі та розташування СіЗ згідно розрахунку, що проводиться.

Висновок. Розроблено та представлено удосконалену методику розрахунок СіЗ для гасіння пожеж на рухомому складі залізничного транспорту. Удосконаленість розрахунку полягає у врахуванні розрахункової площі пожежі аварійного розливу ЛЗР і ГР із залізничних цистерн, довжини і ширини фронту пожежі в умовах поширення горіння удовж залізничних шляхів, кількості вагонів, що можуть постраждати під час пожежі, а також, загальної потрібної кількості вогнегасних речовин на гасіння та захист, що включає витрати води на гасіння розлитої ЛЗР, ГР, рухомого складу за периметром пожежі на охолодження залізничних цистерн у осередку пожежі, захист вагонів (цистерн) на сусідніх шляхах, що у раніше відомих методиках розрахунку СіЗ не враховувалось.

Ці показники дають можливість КПП обґрунтовано та оперативно визначити потрібну кількість СіЗ пожежно-рятувальних підрозділів для прогнозування та здійснення оперативних дій на різноманітних етапах гасіння пожежі, з врахуванням особливостей розвитку пожежі на рухомому складі залізничного транспорту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Norman J. Fire Officers Handbook of Tactics/South Sheridan Road Tulsa. Oklahoma, 2012. P. 311.
2. Мировая пожарная статистика. Отчет № 30 // Международная Ассоциация Пожарно-спасательных служб. Центр пожарной статистики. 2020. URL: www.ctif.org

3. Сировой В. В., Сенчихін Ю. М., Лісняк А. А., Дерев'янка І. Г. Основи тактики гасіння пожеж. Харків, 2015. 216 с. Режим доступу: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/377>

4. Ключ П. П., Палюх В. Г., Пустовой А. С., Сенчихін Ю. М., Сировий В. В. Пожежна тактика. Харків, 1998. 592 с. Режим доступу: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/1192>

5. Довідник керівника гасіння пожежі. Київ: ТОВ «Літера-Друк», 2016. 320 с.

6. Сировий В. В., Сенчихін Ю. М., Ушаков Л. В., Бабенко О. В. Аналітичні розрахунки для обґрунтування оперативних дій пожежно-рятувальних підрозділів. Харків, 2010. 262 с. Режим доступу: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/4008>

7. Changfeng Yuan, Hui Cui, Siming Ma, Yulong Zhang, Yichao Hu, Tao Zuo Analysis method for causal factors in emergency processes of fire accidents for oil-gas storage and transportation based on ISM and MBN // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. Volume 62, November 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2019.103964>

8. Mostafa Bababeik, Navid Khademi, Anthony Chen Increasing the resilience level of a vulnerable rail network: The strategy of location and allocation of emergency relief trains // Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review Volume 119, November 2018, Pages 110–128 doi: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2018.09.009>

10. Сенчихін Ю. М., Сировой В. В., Росоха С. В. Обґрунтування вибору вихідних даних розрахунку сил та засобів для гасіння пожеж // Проблемы пожарной безопасности. 2014. Вып. 36. С. 224–230. Режим доступу: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/880>

Ю. Н. Сенчихин, В. В. Сировой, К. М. Остапов, В. Г. Аветисян

Усовершенствована методика расчета сил и средств для тушения пожаров на подвижном составе железнодорожного транспорта

Разработано и представлено усовершенствованную, удобную в использовании, методику расчета сил и средств для тушения пожаров на подвижном составе железнодорожного транспорта. Предложено использование данной методики в справочнике руководителя тушения пожара.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, тушение, силы и средства, подвижной состав, нормативные показатели, железнодорожная цистерна, авария.

Yu. Senchikhin, V. Sirovoy, K. Ostapov, V. Avetisyan

The methodology for calculating the forces and means for extinguishing fires on the rolling stock of railway transport has been improved

An improved, easy-to-use methodology for calculating the forces and means for extinguishing fires on the rolling stock of railway transport has been developed and presented. The use of this technique in the reference book of the head of fire extinguishing is proposed.

Keywords: railway transport, extinguishing, forces and means, rolling stock, standard indicators, rail tank car, accident.