

Через ті самі причини ці системи не здатні забезпечити швидку подачу вогнегасних речовин, яка зможе попередити вибух, або обмежити розповсюдження вогню у перші секунди, або хвилини після вибуху, що є необхідною умовою для гасіння оливо наповнених трансформаторів [2].

Також недоліком цих систем є їхня незахищеність від вибухової ударної хвилі, яка може утворитися у трансформаторі внаслідок вибуху оливо повітряної суміші, або ураженні підстанції ворожим боєприпасам, в результаті чого конструкції трубопроводів по яких подається вогнегасна речовина можуть бути частково або повністю зруйновані.

Враховуючи результати вищезазначеного аналізу можна сказати що для ефективного гасіння електropідстанцій в тому числі з трансформаторами, необхідно зменшувати час активації установок пожежогасіння, захищати конструкції системи від вибуху, підвищувати надійність систем шляхом спрощення їх конструкції та принципу роботи, створювати нові ефективні вогнегасні речовини для флегматизації горючого середовища та гасіння полум'я, розробляти системи з можливістю гасіння полум'я ззовні та флегматизації газового середовища всередині електричного обладнання одночасно.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Підвищення ефективності гасіння пожеж на відкритих електричних підстанціях шляхом використання вогнегасних аерозолів. Баланюк В., Мирошкін В., Гузар Н., Гарасимюк О., Копистинський Ю/. Пожежна безпека. 2023.№43,С-13-20.
<https://doi.org/https://doi.org/10.32447/20786662.43.2023.02>
2. Transformer protector: веб-сайт. URL: <https://sergi-tp.com/solutions/transformer-protector/>

УДК 614.8

ОПТИМІЗАЦІЯ СИЛ ТА ЗАСОБІВ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ РЕЗЕРВУАРІВ ПРИ ПОЖЕЖІ В РЕЗЕРВУАРНІЙ ГРУПІ

*Олексій БАСМАНОВ, д-р техн. наук, професор,
Максим МАКСИМЕНКО,
Національний університет цивільного захисту України*

Резервуарні парки є основним місцем зберігання нафтопродуктів в процесі їх переробки і транспортування. Гасіння пожежі в резервуарних парках ускладнено небезпекою вибуху сусідніх з пожежею резервуарів, що відбувається внаслідок теплового впливу на них. Поширення пожежі на сусідні резервуари призводить не лише до збільшення матеріальних втрат, а й становить загрозу життю особового складу, що приймає участь у гасінні пожежі.

В [1] наведено вимоги щодо інтенсивності подачі води на охолодження резервуара, що горить, і сусідніх з ним резервуарів, але вони не враховують впливу вітру і типу рідини, що горить, на тепловий потік від пожежі. В [2] побудовано модель охолодження стінки резервуара водною плівкою, що стікає по ній. Модель враховує променевий і конвекційний теплообмін з осередком горіння, навколишнім середовищем та внутрішнім простором резервуара. В [3] побудовано алгоритм визначення такої інтенсивності подачі води на охолодження резервуара в умовах пожежі, яка забезпечує його охолодження до безпечного значення температури.

Для подачі води на охолодження резервуарів за допомогою пересувної техніки можуть бути використані стволи різних типів: А, Б, лафетні. Вони відрізняються один від одного як витратами води, так і кількістю особового складу, що забезпечує їх роботу. Отже забезпечити подачу води з інтенсивністю, розрахованою за алгоритмом із

[3] можна різними способами. Враховуючи дефіцит сил та засобів на початковій стадії локалізації пожежі, виникає необхідність забезпечити достатню інтенсивність подачі води, задіявши мінімальну кількість сил та засобів. Особливістю подачі води на охолодження стінки є відбиття частини води після удару об неї, внаслідок чого відбитий об'єм води вже не приймає участі в охолодженні. Експериментальні дослідження свідчать, що в діапазоні швидкостей, які має струмінь води в момент удару о стінку резервуара, коефіцієнт використання води складає близько 30%.

Задача оптимального вибору сил та засобів для охолодження резервуарів в резервуарній групі має вигляд

$$f(n, d, h_w) \rightarrow \min_{n, d, h_w};$$

$$T_w(n, d, h_w) < T_{\max};$$

$$T_{wc}(n, d, h_w) < T_b;$$

$$T_r(n, d, h_w) < T_{\max};$$

$$T_{rc}(n, d, h_w) < T_b,$$

де $n=n_w+n_r$ – загальна кількість стволів, що приймає участь в охолодженні сусідніх резервуарів; d – діаметр насадка; h_w – напір води; T_w, T_r – температура стінки та покрівлі резервуара, що охолоджується; T_{wc}, T_{rc} – температура води, що стікає по стінці і покрівлі резервуара; T_{\max} – максимально припустима температура нагріву сталевих конструкцій резервуара; $T_b=100^\circ\text{C}$ – температура кипіння води. В якості функції $f(n, d, h_w)$ може бути обрано:

- кількість особового складу, залученого до охолодження;
- кількість пожежних автомобілів, що забезпечують роботу даного типу пожежних стволів;
- витрати води пожежними стволами.

Розрахунок сил і засобів проводиться в припущенні, що ствол Б потребує одного ствольщика, ствол А – 2, лафетний ствол – 3; автомобіль АЦ-40 забезпечує роботу одного лафетного ствола або 2-х стволів А, або 4-х стволів Б.

Відзначимо, що обрати тип ствола і напір води так, щоб одночасно мінімізувати кількість задіяного особового складу, кількість пожежних автомобілів та витрати води, не завжди можливо. В якості прикладу розглянемо пожежу в одному із чотирьох резервуарів в резервуарній групі РВС-10000 з сировою нафтою. Для охолодження резервуара, який знаходиться з підвітряного боку відносного того, що горить, за критерієм мінімуму задіяного особового складу доцільно обрати 3 лафетних стволи з напором 60 м. Це призводить до витрат води 63 л/с у той час, як мінімальні витрати води (51,8 л/с) досягаються використанням 14 стволів Б, тобто різниця складає 1,2 рази.

Отже, в залежності від обраного критерію оптимізації (мінімальні витрати води, мінімальна кількість задіяного особового складу або автоцистерн) задача оптимізації має різні розв'язки. Дискретний характер зміни таких параметрів, як діаметр насадка і кількість пожежних стволів, дозволяє розв'язати задачу оптимізації шляхом повного перебору.

ЛІТЕРАТУРА

1. Інструкція щодо гасіння пожеж у резервуарах із нафтою і нафтопродуктами. НАПБ 05.02. 2003.
2. Максименко М. В. Модель охолодження стінки резервуара водою при пожежі в сусідньому резервуарі. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2023. № 1 (37). С. 156-170. Doi: 10.52363/2524-0226-2023-37-11
3. Basmanov O., Maksymenko M. Model for choosing optimal water flow rate for tank wall cooling. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2023. Vol. 2 (38). P. 4-16. Doi: 10.52363/2524-0226-2023-38-1