

НАДІЙНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ ГАСІННЯ ПОЖЕЖІ НА МАШИНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Розглянуто надійність технологічного процесу гасіння пожежі на машинобудівних підприємствах. Встановлено, що надійність безвідмовної роботи процесу гасіння пожежі може впливати на прогнозований час гасіння пожежі та при наявності відмов збільшуватися приблизно в 1,25...2 разів. З метою підвищення надійності технологічного процесу гасіння пожеж необхідно передбачити оснащення пожежно-рятувальних підрозділів багатофункційними технічними засобами для ліквідації надзвичайних ситуацій та гасіння пожеж.

Сучасний стан проблеми. Технологічним процесом гасіння пожежі називають дії пожежних підрозділів по гасінню пожежі від моменту отримання повідомлення про виникнення пожежі до моменту повернення бойового розрахунку в пожежну частину після виконання дій по її ліквідації. Цей технологічний процес складається з певних технологічних операцій, кожна з яких передбачає використання необхідних тактичних прийомів і відповідного пожежно-рятувального спорядження. Надійність такої технології гасіння пожежі на машинобудівних підприємствах залежить від професійної майстерності пожежних, їх бойової та психологічної готовності, мобільного оперування тактикою гасіння, надійності пожежної техніки та відповідного пожежного спорядження на кожній технологічній операції. Результати аналізу сучасного стану цієї проблеми виявили, що надійність технологічного процесу гасіння пожежі, особливо на машинобудівних підприємствах, не визначалася. Наприклад, в роботі [1] наведено технологію гасіння пожеж з точки зору пожежної тактики, але не розглядається її надійність в екстремальних умовах. Аналогічні питання розглядаються і в роботах [2, 3, 4]. Тому було поставлено завдання розробити методику визначення надійності технологічного процесу гасіння пожежі на машинобудівних підприємствах, яку необхідно враховувати при виконанні цього процесу в екстремальних умовах.

Мета роботи. Розробити методику визначення надійності технологічного процесу гасіння пожежі на машинобудівних підприємствах, яка б давала можливість враховувати її для конкретних екстремальних умов, що виникають під час проведення дій по гасінню пожеж.

Надійність технологічного процесу гасіння пожежі на машинобудівних підприємствах. Технологічний процес гасіння пожежі на машинобудівних підприємствах складається з багатьох технологічних операцій, кожна з яких може мати певну кількість варіантів, що, в свою чергу, залежать від використання відповідного устаткування та пожежної техніки. Розглянемо найбільш удосконалений багатоваріантний технологічний процес гасіння пожежі у вигляді каскадного графа (рис. 1). Першою операцією технологічного процесу після виникнення пожежі є повідомлення про пожежу на машинобудівному підприємстві, що може виконуватися за допомогою телефонного зв'язку (1.1 на рис. 1), повідомлення очевидця (1.2), повідомлення про пожежу під час прямування (повернення) пожежного підрозділу (1.3) та повідомлення за допомогою пожежної сигналізації (радіомоніторингу) (1.4). Наступною операцією є опрацювання сигналу (2) з об'єкту, що надає можливість попереднього орієнтовного визначення складу підрозділу, пожежної техніки та маршруту слідування. Третьою операцією є збір особового складу за сигналом „Тривога” та виїзд (3).

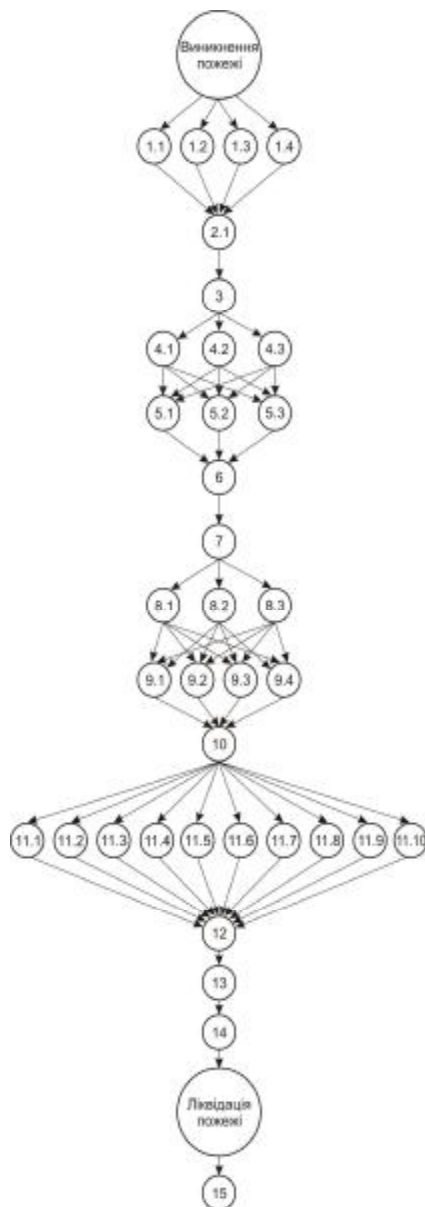


рис.1. каскадний граф варіантів технологічного процесу гасіння пожежі на машинобудівному підприємстві

Наступною операцією технологічного процесу є прямування на пожежу, яке може здійснюватися таким чином: прямування на пожежу найкоротшим шляхом по звичайних вулицях (4.1); прямування на пожежу найкоротшим шляхом по звичайних вулицях з використанням ділянок швидкісних доріг (4.2); слідування на пожежу по звичайних вулицях з використанням об'їздів аварійних ділянок дороги (4.3).

П'ятою операцією технологічного процесу є прибуття до місця пожежі на машинобудівному підприємстві, яке може бути на початковому етапі виникнення пожежі (5.1), на етапі розвитку пожежі (5.2) або на завершальному етапі (5.3). Цей стан пожежі, в першу чергу, залежить від місця виникнення пожежі (заготівельний цех, ковальсько-пресовий цех, ливарний цех, механічний цех, механоскладальний цех, фарбувальний цех, склад паливо мастильних матеріалів, заводське управління тощо) та часу прямування на пожежу. Після цього здійснюється оцінка ситуації, приймаються рішення та віддаються розпорядження (6) щодо визначення вирішальних напрямків бойових дій (7) та вибору засобів захисту пожежного: засоби для захисту органів дихання та зору (8.1), захисний одяг (8.2), рятувальне спорядження (8.3). Після цього виконується рятувальна операція: ліквідація загрози людям (рятування людей) (9.1.), загрози вибуху (9.2), і ліквідація загрози майну (9.4).

Наступною операцією, залежно від місця виникнення пожежі, є визначення кількості сил і засобів необхідних для її ліквідації (10), після якої виконується операція гасіння пожежі, а саме: ручними водяними пожежними стволами (11.1), ручними водяними комбінованими пожежними стволами (11.2) або ручними повітряно-пінними стволами (11.3), лафетними водяними стволами (11.4), лафетними комбінованими стволами (11.5,) стаціонарними лафетними стволами (11.6), генераторами піни середньої кратності (11.7), генераторами піни високої кратності (11.8), а також можливий варіант гасіння пожежі установками імпульсного пожежогасіння (11.9) та вогнегасниками різного типу (11.10). Після гасіння пожежі, за необхідністю, виконуються операції проливання конструкцій (12) та їх розбирання (13).

Наступними операціями є збирання пожежно-технічного обладнання (14), повідомлення про ліквідацію пожежі та повернення в частину (15).

Як видно, технологічний процес гасіння пожежі на машинобудівному підприємстві є багатоваріантним, оперативність виконання якого залежить від надійності пожежного устаткування на кожній технологічній операції та професійної майстерності бойового підрозділу, який виконує цей технологічний процес.

Основним показником надійності технологічного процесу гасіння пожежі є імовірність його безвідмовної роботи $R(t_1, t_2)$, тобто імовірність того, що протягом заданого наробітку t (часу функціонування) його відмова не виникне. Цю імовірність безвідмовної роботи технологічного процесу можна описати залежністю

$$R(t_1, t_2) = \int_t^{\infty} f(t) dt, \quad (1)$$

де $f(t)$ – густина розподілу часу безвідмовної роботи; при невідомих значеннях $f(t)$ можна визначити наближене значення $R(t_1, t_2)$ за залежністю

$$R(t_1, t_2) \approx \frac{N - N_0}{N}, \quad (2)$$

де N – кількість операцій технологічного процесу гасіння пожежі; N_0 – кількість операцій технологічного процесу, які відмовили за період часу t .

Виходячи з основних положень теорії надійності, можна стверджувати, що надійність технологічного процесу гасіння пожежі на машинобудівному підприємстві, тобто імовірність безвідмовної роботи, буде дорівнювати

$$R(t_1, t_2) = \prod_{i=1}^N R(t_1, t_2)_i, \quad (3)$$

де $R(t_1, t_2)$ – імовірність безвідмовної роботи i -ої технологічної операції.

Значення імовірності безвідмовної роботи кожної операції технологічного процесу наведено в табл. 1.

Загальна розрахункова імовірність безвідмовної роботи технологічного процесу гасіння пожежі на машинобудівних підприємствах, яка визначена за залежністю (3) на підставі даних табл. 1, які визначені по операціях за стандартами [5,6,7,8,16] та даними технічно-довідкової літератури [9,10,15,17,18], коливається в межах від 0,5 до 0,8.

Таблиця 1

Імовірність безвідмовної роботи варіантів операцій технологічного процесу гасіння пожежі

| № з/п | № вар. операції | Назва варіанта операції | Імовірність безвідмовної роботи $R(t_1, t_2)$ | Примітка |
|-------|-----------------|---|---|---------------------------------|
| 1 | 1.1 | Повідомлення за допомогою телефонного зв'язку (ЦППЗ, ПЗЧ). | 0,98 | За статистичними даними авторів |
| 2 | 1.2 | Повідомлення очевидця (ЦППЗ, ПЗЧ). | 0,8 | -----//----- |
| 3 | 1.3 | Повідомлення про пожежу під час прямування (повернення) на пожежу (з пожежі) (ЦППЗ, ПЗЧ). | 0,98 | -----//----- |
| 4 | 1.4 | Повідомлення за допомогою пожежної сигналізації (радіомоніторингу) | 0,99 | [11] |
| 5 | 2 | Попереднє визначення складу підрозділу та пожежної техніки в орієнтовних межах. Вибір варіантів маршруту прямування | 0,95-0,98 | [1,3] |
| 6 | 3 | Збір особового складу за сигналом „Тривога” і виїзд. | 0,97-0,99 | [12] |
| 7 | 4.1 | Прямування на пожежу найкоротшим шляхом по звичайних вулицях. | 0,98 | [9,10,18] |
| 8 | 4.2 | Прямування на пожежу найкоротшим шляхом по звичайних вулицях з використання ділянок швидкісних доріг. | 0,97 | -----//----- |
| 9 | 4.3 | Прямування на пожежу по звичайних вулицях з використання об'їздів аварійних ділянок дороги. | 0,95 | -----//----- |

| | | | | |
|----|-------|--|-------------|---------------------------------|
| 10 | 5.1 | Прибуття до місця виникнення пожежі на початковому етапі пожежі | 0,95 | За статистичними даними авторів |
| 11 | 5.2 | Прибуття до місця виникнення пожежі на етапі розвитку пожежі | 0,98 | -----//----- |
| 12 | 5.3 | Прибуття до місця виникнення пожежі на завершальному етапі пожежі | 0,98 | -----//----- |
| 13 | 6 | Оцінка ситуації на пожежі, прийняття рішення, віддання розпоряджень | 0,95 - 0,98 | [2,3] |
| 14 | 7 | Визначення вирішального напрямку бойових дій | 0,95 – 0,98 | [2,3] |
| 15 | 8.1 | Захист органів дихання і зору | 0,95 – 0,98 | [1,3] |
| 16 | 8.2 | Вибір типу захисного одягу | 0,95 – 0,98 | [1,3] |
| 17 | 8.3 | Вибір типу рятувального спорядження | 0,95 – 0,98 | [1,3] |
| 18 | 9.1 | Ліквідація загрози людям (рятування людей) | 0,98 – 0,99 | За статистичними даними авторів |
| 19 | 9.2 | Ліквідація загрози вибуху | 0,98 – 0,99 | -----//----- |
| 20 | 9.4 | Ліквідація загрози майну | 0,98 – 0,99 | -----//----- |
| 21 | 10 | Визначення кількості сил та засобів необхідних для ліквідації пожежі | 0,95 – 0,98 | [2,3] |
| 22 | 11.1 | Гасіння пожежі ручними водяними пожежними стволами | 0,97-0,98 | [7] |
| 23 | 11.2 | Гасіння пожежі ручними водяними комбінованими пожежними стволами | 0,97-0,98 | [7] |
| 24 | 11.3 | Гасіння пожежі ручними повітряно – пінними стволами | 0,97-0,98 | [8] |
| 25 | 11.4 | Гасіння пожежі лафетними водяними стволами | 0,97-0,98 | [13] |
| 26 | 11.5 | Гасіння пожежі лафетними комбінованими стволами | 0,97-0,98 | [13] |
| 27 | 11.6 | Гасіння пожежі стаціонарними лафетними стволами | 0,97-0,98 | [13] |
| 28 | 11.7 | Гасіння пожежі генераторами піни середньої кратності | 0,97-0,98 | [6] |
| 29 | 11.8 | Гасіння пожежі генераторами піни високої кратності | 0,97-0,98 | [6] |
| 30 | 11.9 | Гасіння пожежі установкою імпульсного пожежогасіння | 0,97-0,98 | [14] |
| 31 | 11.10 | Гасіння пожежі вогнегасниками (різного типу) | 0,98 | [5] |
| 32 | 12 | Проливання конструкцій | 0,99 | За статистичними даними авторів |
| 33 | 13 | Розбирання конструкцій | 0,99 | -----//----- |
| 34 | 14 | Збирання пожежно-технічного обладнання | 0,99 | -----//----- |

Тоді прогнозований час гасіння пожежі може визначатися з урахуванням імовірності безвідмовної роботи за залежністю

$$T = \frac{1}{R(t_1, t_2)} \sum_{i=1}^N T_i, \quad (4)$$

де T_i - основний технологічний час виконання кожної i -ої операції.

Виходячи з основних положень теорії надійності можна констатувати

$$R(t_1, t_2) + F(t_1, t_2) = 1, \quad (5)$$

де $F(t_1, t_2)$ – імовірність відмови.

З аналізу залежності (5) видно, що при імовірності відмови $F(t_1, t_2) = 0$, імовірність безвідмовної роботи $R(t_1, t_2) = 1$. Враховуючи завдання, що покладені на пожежно-рятувальні підрозділи відносно ліквідації надзвичайних ситуацій та гасіння пожеж, значення показника $R(t_1, t_2)$ повинно наближатися до 1. Тому підрозділи пожежно-рятувальної служби повинні бути оснащені багатофункційними технічними засобами для ліквідації надзвичайних ситуацій та гасіння пожеж.

Висновки.

1. Розроблена методика визначення надійності технологічного процесу гасіння пожежі на машинобудівних підприємствах дає можливість визначати імовірність безвідмовної роботи цього процесу, яку необхідно обов'язково враховувати при проведенні бойових дій при гасінні пожеж.

2. Встановлено, що імовірність безвідмовної роботи технологічного процесу гасіння пожежі, впливає на значення прогнозованого часу ліквідації пожежі, який може при наявності відмов збільшуватися приблизно в 1,25...2 рази.

3. Надійність безвідмовної роботи технологічного процесу гасіння пожежі, як показали результати виконаних досліджень, залежить від надійності пожежної техніки, відповідного пожежного спорядження на кожній технологічній операції та професійної майстерності бойового підрозділу, який виконує цей технологічний процес.

4. З метою підвищення надійності технологічного процесу гасіння пожеж необхідно передбачити забезпечення пожежно-рятувальних підрозділів багатофункційними технічними засобами ліквідації надзвичайних ситуацій та гасіння пожеж.

5. Дані про імовірність безвідмовної роботи по кожній технологічній операції процесу гасіння пожежі, які наведені в табл.1, отримані в першому наближенні на підставі аналізу статистичних даних, даних технічної літератури та стандартів. З накопиченням цих даних значення імовірності безвідмовної роботи кожної технологічної операції може уточнюватися.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бут В.П., Л. Б. Куціщій, Б.В. Болібрux, Практичний посібник з пожежної тактики. – Л.: СПОЛОМ, 2003. – 122с.
2. Повзик Я.С., Ключ П.П., Матвейкин А.М. Пожарная тактика. - М.:Стройиздат, 1990.- 334с.
3. Иванников В.П., Ключ П.П. Справочник руководителя тушения пожара. - М., 1987.- 288с.
4. Доманський В. Пожежна охорона в Україні на межі століть. // Пожежна безпека. – К.: Спецпожсервіс, № 2 (41), 2003. – С. 13 – 16.
5. ДСТУ 2860. Пожежна техніка. Вогнегасники переносні. Загальні технічні вимоги та методи випробовувань. – К.: Держстандарт України, 1997. – 55 с.
6. ДСТУ 2113-92. Генератори пінні середньої кратності. Технічні умови. – К.: Держстандарт України, 2000. – С. 259-267.
7. ДСТУ 2112-92. Стволи пожежні ручні. Технічні умови. – К.: Держстандарт України, 2000. – С. 247-256.

8. ДСТУ 2107-92. Стволи повітряно-пінні. Технічні умови. – К.: Держстандарт України, 2000. – С. 186-197.
9. Пожарная техника. В 2 ч. Ч. 1. Пожарно-техническое оборудование/А.Ф. Иванов, П.П. Алексеев, М.Д. Безбородько и др. – М.: Стройиздат, 1988. – 408с.
10. Техническая эксплуатация автомобилей. Под ред. Г.В. Крамаренко. – 2 - е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1983. – 488 с.
11. Шаровар Ф.И. Устройства и системы пожарной сигнализации. – М.: Стройиздат, 1985. – 375 с.
12. Настанова з пожежно-стройової підготовки. – Львів: МВС України, 1994. – 106 с.
13. ГОСТ 9029-72 Стволы пожарные лафетные комбинированные. Технические условия. – М.: 1972
14. Установки водяного и пенного пожаротушения роботизированные. Общие технические требования. Методы испытаний. – М.: НПБ 84-00, 2000.
15. Гуліда Е.Н. Управление надежностью цилиндрических зубчатых колес – Львов: Вища школа. Изд-во при Львов. Ун-те, 1983.- 136 с.
16. ДСТУ 2860-94. Показники надійності.
17. Проников А. С. Надежность машин. – М.: Машиностроение 1978. - 592с.
18. Безбородько М.Д., Куприянов В.П., Степанов К.Н., и др. Пожарная техника. – М.: ВИПТШ МВД СССР, 1989.- 336с.