

Processes of natural gas supplies are accompanied with its costs. In connection with this complex problem of minimizing losses and improving energy efficiency is highly relevant and its solution will help save a lot of money that can be directed to ensure continuity and reliability of gas supplies to consumers, support the proper functioning of the gas transport system as a whole. Characteristic criteria are selected. The methods of ranking the level of danger of soil loss bearing capacity of long term exploited pipelines are proposed. We defined dangerous environment for each of the characteristic signs and the following sum: ME2 of chloride and ME 5 and ME 6 of chloride sulphate. There is a further need to increase the base of experimental data to create a comprehensive system of corrosion monitoring of pipelines.

Keywords: pipelines, operational degradation, loss of load capacity, ranking the potential risks.

УДК 656.13

АНАЛІЗ ЧИННИКІВ ВПЛИВУ НА ТРИВАЛІСТЬ СЛІДУВАННЯ ПОЖЕЖНОГО АВТОМОБІЛЯ ДО МІСЦЯ ВИКЛИКУ

*І.В. Паснак¹, О.В. Придатко², А.Ф. Гаврилюк³,
А.В. Колеснікова⁴, Ю.В. Гангур⁵*

Обґрунтовано потребу досліджень поведінки пожежного автомобіля у системі "водій – автомобіль – дорога – середовище" з метою зменшення тривалості його слідування до місця виклику. Виокремлено основні чинники впливу на тривалість слідування пожежного автомобіля до місця виклику. Отримано залежності впливу чинників на тривалість слідування пожежного автомобіля до місця виклику, та, як наслідок, впливу цих чинників на площу пожежі. Обґрунтовано доцільність розроблення та вдосконалення наявних математичних моделей руху пожежного автомобіля із врахуванням його поведінки у системі "водій – автомобіль – дорога – середовище".

Ключові слова: тривалість слідування, вільний розвиток пожежі, вулично-дорожня мережа, маршрут слідування, водій – автомобіль – дорога – середовище.

Постановка проблеми. Однією із ключових проблем у царині пожежної безпеки є зменшення тривалості вільного розвитку пожежі. Це, своєю чергою, дасть змогу зменшити збитки, які завдасть пожежа. Аналіз складників тривалості вільного розвитку пожежі свідчить, що в більшості випадків його лівову частку займає слідування пожежно-рятувальних підрозділів до місця виклику. Тому сьогодні вкрай актуальною є проблема пошуку заходів для зменшення тривалості слідування пожежників до місця виклику. Передумовою для цього має бути аналіз чинників, які впливають на тривалість слідування пожежного автомобіля до місця виклику.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Варто зазначити, що окреслену проблему дослідило багато вчених. Однак у відомих наукових роботах [1-4] вкрай мало уваги приділено аналізу впливу чинників на тривалість слідування пожежного автомобіля, зокрема його взаємодію у системі "водій – автомобіль – дорога – середовище". Частково це питання розглянуто у роботі [5].

¹ доц. І.В. Паснак, канд. техн. наук – Львівський ДУ безпеки життєдіяльності;

² доц. О.В. Придатко, канд. техн. наук – Львівський ДУ безпеки життєдіяльності;

³ вкл. А.Ф. Гаврилюк, канд. техн. наук – Львівський ДУ безпеки життєдіяльності;

⁴ курсант А.В. Колеснікова – Львівський ДУ безпеки життєдіяльності;

⁵ курсант Ю.В. Гангур – Львівський ДУ безпеки життєдіяльності

Постановка задачі та її розв'язання. Метою роботи є аналіз та виокремлення чинників, які впливають на тривалість слідування пожежного автомобіля до місця виклику для зменшення тривалості вільного розвитку пожежі. Для розв'язання окресленої задачі досліджено поведінку пожежного автомобіля у системі "водій – автомобіль – дорога – середовище".

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Як зазначено вище, для розв'язання пріоритетної задачі зменшення тривалості вільного розвитку пожежі потрібно здійснювати пошук напрямків оптимізації часу слідування пожежних автомобілів до місця виклику. Відомі наукові праці вкрай рідко спрямовують свою увагу на аналіз поведінки пожежного автомобіля у системі "водій – автомобіль – дорога – середовище", що дасть змогу виокремити чинники, які впливають на тривалість слідування пожежного автомобіля до місця виклику. Тому ця робота спрямована на вирішення актуального науково-технічного завдання, яке передбачає аналіз чинників впливу на тривалість слідування пожежного автомобіля до місця виклику.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Відомо, що на тривалість вільного розвитку пожежі (і, як наслідок, на площу пожежі) найбільше впливає тривалість слідування пожежно-рятувальних підрозділів до місця її виникнення [6].

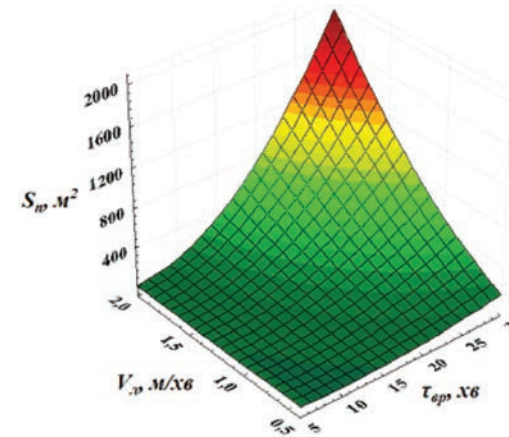


Рис. 1. Поверхня відшуку теоретичної залежності площі пожежі S_p (кутова, 90°) від тривалості її вільного розвитку $\tau_{сп}$ та лінійної швидкості розповсюдження пожежі $V_{л}$

З використанням пакету прикладних програм STATISTICA отримано теоретичну залежність, що описує поверхню (рис. 1).

$$S_p = 753,6354 - 73,4825x - 876,5551y + 1,4038x^2 + 50,0936xy + 180,658y^2, \text{ м}^2, \quad (1)$$

де: x – тривалість вільного розвитку пожежі $\tau_{сп}$, хв; y – лінійна швидкість розповсюдження пожежі $V_{л}$, м/хв.

Залежність (1) дає змогу встановити значення площі пожежі залежно від тривалості її вільного розвитку та лінійної швидкості розповсюдження. Аналіз залежності (1) та рис. 1 показує, що навіть незначне зменшення тривалості віль-

ного розвитку пожежі дасть змогу істотно зменшити площу пожежі та, відповідно, обсяг завданих нею збитків. Тому, для розв'язання задачі оптимізації тривалості слідування розглянемо поведінку пожежного автомобіля у системі "водій – автомобіль – дорога – середовище".

Відомо, що безпосередньо на швидкість руху пожежного автомобіля по вулично-дорожній мережі впливають дорожні умови. Однак на замських дорогах високого класу та швидкісних міських дорогах на швидкість руху мають вплив тільки геометричні параметри доріг, тоді як на міських вулицях – й перехрестя, пішохідні переходи, припаркований транспорт тощо. Також очевидним є й те, що на швидкість має вплив якість покриття, ширина смуг та узбіч, радіуси поворотів, видимість, висота бордюрного каменю тощо. Тому не варто відкидати зазначені чинники також й під час оцінювання параметрів руху пожежного автомобіля. Хоча, наприклад, відповідно до [9] середню швидкість руху пожежних автомобілів приймають 45 км/год на широких вулицях із твердим покриттям та 25 км/год – на складних ділянках.

На швидкість та безпеку руху пожежного автомобіля істотно впливає інтенсивність транспортних потоків, яка змінюється не тільки залежно від параметрів вулично-дорожньої мережі, а й від часу доби. Часова нерівномірність транспортних потоків безпосередньо впливає на швидкість і, як наслідок, тривалість слідування пожежного автомобіля до місця виклику. Часову нерівномірність інтенсивності транспортних потоків відображає коефіцієнт добової нерівномірності $k_{доб}$, який визначається середнім співвідношенням добової до годинної інтенсивності руху в годину проведення обстеження. Добову нерівномірність інтенсивності транспортних потоків зображено на рис. 2, де наведено залежність коефіцієнта добової нерівномірності [7] інтенсивності транспортних потоків від часу доби.

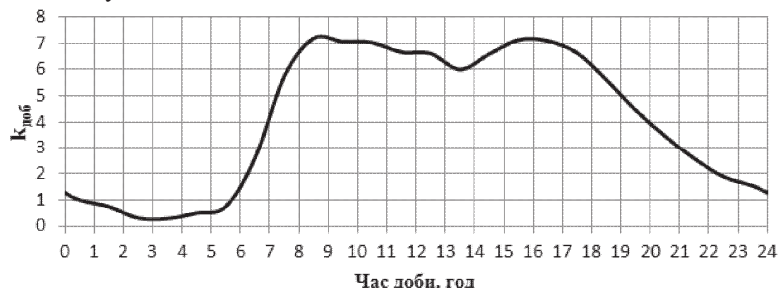


Рис. 2. Залежність коефіцієнта добової нерівномірності інтенсивності транспортних потоків від часу доби

Зокрема, в роботі [8] наведено результати експериментальних досліджень швидкості руху пожежно-рятувального автомобіля по місту в процесі його слідування до місця виникнення пожежі в різних частинах міста в будь-який період доби. Під час виконання цих досліджень враховували відстань від пожежно-рятувального підрозділу до місця виклику L_i і час доби ϕ_i . Отримано емпіричні залежності для визначення часу слідування від пожежного депо до місця виклику та відповідно середньої швидкості руху пожежно-рятувального автомобіля [8]

$$V_i = \frac{60L_i}{4,18 + 1,97L_i - 0,2\tau_i}, \quad (2)$$

де: L_i – відстань від пожежного депо до об'єкта, км; τ_i – час доби в межах 0-24 (від 0 до 8 год залежно (2) підставляти 24 год), год. Аналіз залежності (2) дав змогу отримати поверхню відгуку тривалості слідування пожежного автомобіля до місця виклику $\tau_{сл}$ від відстані L та часу доби T (рис. 3).

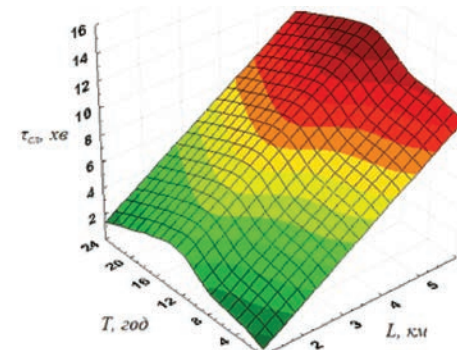


Рис. 3. Поверхня відгуку залежності тривалості слідування пожежного автомобіля до місця виклику $\tau_{сл}$ від відстані L та часу доби T

Відомо, що тривалість вільного розвитку пожежі можна визначити за залежністю [9, 10]

$$\tau_{в.р.} = \tau_{в.в.} + \tau_{сл.} + \tau_{он.} + \tau_{зал.} + \tau_{зб.} + \tau_{сл.} + \tau_{о.р.}, \quad (3)$$

де: $\tau_{в.в.}$ – проміжок часу від моменту виникнення пожежі до її виявлення; $\tau_{сл.}$ – проміжок часу з моменту виявлення пожежі до повідомлення про неї в пожежно-рятувальний підрозділ; $\tau_{он.}$ – час на отримання та опрацювання повідомлення про пожежу; $\tau_{зал.}$ – час на залучення сил і засобів пожежно-рятувальної служби для ліквідації пожежі; $\tau_{зб.}$ – тривалість збирання та виїзду особового складу пожежно-рятувальної служби; $\tau_{сл.}$ – тривалість слідування підрозділу до місця виклику; $\tau_{о.р.}$ – час оперативного розгортання підрозділів, що прибули до місця виклику. Керуючись (3) та нормативними і статистичними даними, наведеними в [5], прийемо, що

$$\tau_{в.р.} - \tau_{сл.} = const. \quad (4)$$

Тоді, нехай сума всіх доданків залежно (3), крім $\tau_{сл.}$, становитиме 20 хв. У цьому випадку, беручи до уваги (3) та (5), можна встановити теоретичну залежність площі пожежі від відстані до місця виклику та часу доби (рис. 4):

$$S_n = k\pi(0,5V_n\tau_1 + V_n\tau_2)^2, \quad (5)$$

де: k – коефіцієнт, що враховує кут розвитку пожежі ($k=0,5$ за кута 180° , $k=0,25$ за кута 90°); V_n – лінійна швидкість розповсюдження пожежі, м/хв [9, 10]; τ_1 – перші 10 хв вільного розвитку пожежі (const); τ_2 – тривалість вільного розвитку пожежі на момент локалізування без урахування τ_1 .

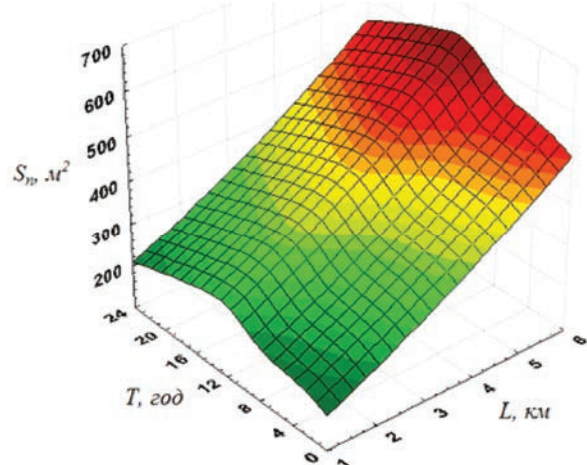


Рис. 4. Поверхня відшуку теоретичної залежності площі пожежі S_n ($V_n = 1$ м/хв, кутова, 90°) від відстані L та часу доби T

З використанням пакету прикладних програм STATISTICA отримано теоретичні залежності, що описують поверхні (див. рис. 3, 4):

$$\tau_{\text{ст.}} = -2,78 + 1,97x + 0,5364y - 0,0187y^2, \text{ хв}; \quad (6)$$

$$S_n = 80,0848 + 46,4554x + 18,6189y + 3,0465x^2 + 0,0353xy - 0,656y^2, \text{ м}^2, \quad (7)$$

де: x – відстань до місця виклику L , км; y – час доби T у межах 0-24 (від 0 до 8 год залежно (6) підставляти 24 год), год.

Отримані залежності дають змогу встановити значення тривалості слідування пожежного автомобіля до місця виклику і, як наслідок, площу пожежі (для прикладу наведено випадок $V_n = 1$ м/хв, кутова, 90°) залежно від відстані до місця виклику та часу доби.

Висновки. На підставі аналізу сучасного стану окресленої проблеми обґрунтовано потребу досліджень поведінки пожежного автомобіля у системі "водій – автомобіль – дорога – середовище" з метою зменшення тривалості його слідування до місця виклику. Виокремлено основні чинники впливу на тривалість слідування пожежного автомобіля до місця виклику. Отримано залежності впливу чинників на тривалість слідування пожежного автомобіля до місця виклику, та, як наслідок, впливу цих чинників на площу пожежі.

Перспективи подальших досліджень. Надалі доцільно розробляти та вдосконалювати існуючі математичні моделі руху пожежного автомобіля із врахуванням його поведінки у системі "водій – автомобіль – дорога – середовище".

Література

1. Моргун О.М. Комп'ютерна система оптимізації вибору маршрутів слідування аварійно-рятувальної техніки / О.М. Моргун, Л.О. Моргун // Пожежна безпека: теорія і практика : зб. наук. праць. – Черкаси : Вид-во АПБ. – 2008. – № 1. – С. 123-128.
2. Кузик А.Д. Оцінювання часу слідування пожежно-рятувальних підрозділів до місця пожежі / А.Д. Кузик, С.О. Ємельяненко // Пожежна безпека : зб. наук. праць. – Львів : Вид-во ЛДУ БЖД. – 2013. – № 23. – С. 86-92.

3. Крайнюк О.І. Підходи до визначення місць дислокації та площі обслуговування підрозділів місцевої пожежної охорони // Науковий вісник УкрНДПБ : зб. наук. праць. – К. : Вид-во УкрНДПБ. – 2008. – № 2 (18). – С. 180-185.

4. Снитюк В.Е. Эволюционный метод определения кратчайшего пути проезда пожарного расчета к месту пожара с оптимизированным пространством поиска / В.Е. Снитюк, А.Н. Джулай // Knowledge-Dialogue-Solution. XII-th Int. Conf. – Bulgaria, Varna. – 2006. – Pp. 243-249.

5. Гуліда Е.М. Зменшення тривалості вільного розвитку пожежі на основі оптимізації шляху слідування пожежних до місця її виникнення / Е.М. Гуліда // Пожежна безпека : зб. наук. праць. – Львів : Вид-во ЛДУ БЖД. – 2013. – № 23. – С. 64-70.

6. Паснак І.В. Оптимізація маршруту слідування пожежного автомобіля до місця виклику з урахуванням особливостей вулично-дорожньої мережі / І.В. Паснак // Пожежна безпека: теорія і практика : зб. наук. праць. – Черкаси : Вид-во ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ. – 2014. – № 17. – С. 82-89.

7. Лобашов О.О. Практикум з дисципліни "Організація дорожнього руху" : навч. посібн. / О.О. Лобашов, О.В. Прасоленко; Харк. нац. акад. міськ. госп.-ва. – Харків : Вид-во ХНАМГ, 2011. – 221 с.

8. Войтович Д.П. Підвищення ефективності функціонування пожежно-рятувальних підрозділів в процесі ліквідації пожеж у містах : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 21.06.02 / Д.П. Войтович; Львів. держ. ун-т безпеки життєдіяльності. – Львів, 2011. – 20 с.

9. Іванников В.П. Справочник руководителя тушения пожара / В.П. Іванников, П.П. Ключ. – М. : Изд-во "Стройиздат", 1987. – 288 с.

10. Терехнев В.В. Справочник руководителя тушения пожара. Тактические возможности пожарных подразделений / В.В. Терехнев. – М. : Изд-во "Пожжнйга", 2004. – 256 с.

Надіслано до редакції 23.02.2016 р.

Паснак І.В., Придатко А.В., Гаврилюк А.Ф., Колесникова А.В. Гангур Ю.В. Анализ факторов влияния на срок следования пожарного автомобиля к месту вызова

Обоснована необхідність дослідження поведінки пожежного автомобіля в системі "водитель – автомобиль – дорога – среда" з метою зменшення продовжительності его слідування к месту вызова. Выделены основные факторы влияния на продолжительность следования пожарно-спасательного автомобиля к месту вызова. Получены зависимости влияния факторов на продолжительность следования пожарно-спасательного автомобиля к месту вызова, и, как следствие, влияния этих факторов на площадь пожара. Обоснована целесообразность разработки и совершенствования существующих математических моделей движения пожарного автомобиля с учетом его поведения в системе "водитель – автомобиль – дорога – среда".

Pasnak I.V., Prydatko O.V., Gavrilyuk A.F., Kolesnikova A.V., Gangur Yu.V. The Analysis of Factors Affecting the Duration of Fire Truck Adherence to the Call Location

The necessity to research fire truck movement in the system "driver – vehicle – road – environment" in order to reduce the duration of its adherence to the location of the call is justified. The main factors affecting the duration of fire-rescue vehicle adherence to the location of the call is determined. Dependencies of factors influencing the duration of fire-rescue vehicle adherence to the location of the call, and as a result, the impact of these factors on the area of the fire are obtained. The necessity of developing and improving the existing mathematical model of the fire truck with regard to its behaviour in the "driver – vehicle – road – environment" is explained.

Keywords: adherence duration, free fire development, road network, itinerary, the driver – vehicle – road – environment.