

In article substantiates the basic initial parameters for predicting accident rate regulated intersections and set their limit values. Obtained a mathematical model predicting accident rate index for the city of Lviv, which takes into account the intensity and bandwidth. Regression ratio is represented as a logarithmic and linear response functions to verify the reliability of the projected results. Proved hypothesis about the possibility of using regression analysis in order to predict accident rate at regulated crossroads. Prognostication conducted on the results of analytical studies the number of accidents at road intersections.

Keywords: accident rate predicting, regression analysis, controlled intersection.

УДК 614.84 *Заст. нач. факультету А.В. Титаренко, канд. психол. наук –
НУ цивільного захисту України*

ГАЗОНАПОВНЕНА ПІНА – ЕФЕКТИВНИЙ ЗАСІБ ПОЖЕЖОГАСІННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ

Розглянуто класи пожеж та способи їх гасіння. Надано статистику лісових пожеж в Україні за 2014 р. Визначено, що головною проблемою, з якою стикаються оперативно-рятувальні підрозділи під час гасіння лісових пожеж, є гостра нестача вогнегасної речовини – води. Визначено, що за таких умов ефективним засобом пожежогасіння лісових пожеж є газонаповнена піна – однорідна дрібноструктурна піна низької кратності, що отримана шляхом змішування піноутворювача, води та стиснутого повітря або азоту. Наведено її основні переваги та недоліки. Висвітлено порівняльні результати гасіння лісової пожежі за допомогою води, повітряно-механічної піни та газонаповненої піни. Визначено, що застосування газонаповненої піни для гасіння лісових пожеж дасть змогу зменшити час гасіння, об'єм води на гасіння, а також зменшити швидкість поширення полум'я завдяки забезпечення вогнезахисту.

Ключові слова: пожежогасіння, газонаповнена піна, компресійна піна, лісова пожежа.

Постановка проблеми. Пожежа – неконтрольований процес знищування або пошкодження вогнем майна, під час якого виникають чинники, небезпечні для істот та навколишнього природного середовища [1].

Залежно від речовини, що горить, пожежі поділяють на такі класи [2]:

- А – горіння твердих речовин;
- В – горіння рідких речовин;
- С – горіння газоподібних речовин;
- D – горіння металів.

Залежно від класу пожежі, а також особливостей їх розвитку для припинення горіння застосовують такі способи гасіння [3]:

- *гасіння охолодженням* – реалізується застосуванням суцільних або розпиленних струменів води;
- *гасіння ізоляцією* – реалізується застосуванням вогнегасної піни або вогнегасного порошку, створенням розривів у горючій речовині та вогнезахисних полів;
- *гасіння розбавленням за допомогою тонкорозпиленних струменів води*, газовадних струменів, негорючих газів та парів;
- *гасіння способом хімічного гальмування реакції горіння* за допомогою вогнегасних порошків та галоїдоуглеводородів.

Зазвичай у практиці пожежогасіння застосовують поєднання наведених засобів, один з яких домінує.

Лісова пожежа – стихійне (некероване) поширення вогню в лісі (на покритих і не покритих площах, землях лісового фонду). Щорічно у світі виникає більше 400 тис. лісових пожеж, які знищують мільйони тонн органічної речовини, сприяють поширенню шкідливих комах і дереворуйнівних грибків, зникають гриби та ягоди, посилюються болото-освітні процеси, виникає водна ерозія ґрунту [4]. За 2014 р. в Україні сталося 1486 лісових пожеж, 16677 га насаджень знищено вогнем, а збитки перевищили 50 млн грн [5].

Лісові та інші ландшафтні пожежі є пожежами класу А. Для гасіння лісових пожеж зазвичай застосовують воду, яку доставляють до осередку пожежі за допомогою такої протипожежної техніки: автоцистерни, пожежні насосні станції, рукавні автомобілі, пожежні літаки, пожежні вертольоти і навіть пожежні поїзди [6]. Таким чином, основним способом гасіння є охолодження зони горіння. Але головною проблемою, з якою стикаються оперативно-рятувальні підрозділи під час гасіння лісових пожеж є гостра нестача вогнегасної речовини – води. За таких умов актуальним є пошук вогнегасних засобів, що зменшує інтенсивність подачі води на гасіння лісової пожежі, а отже – її загальний об'єм.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Отримати великий об'єм вогнегасної речовини за значно меншої витрати води можна шляхом застосування вогнегасної піни [3]. Найчастіше її використовують для гасіння пожеж нафти та нафтопродуктів, вогнегасна піна є найефективнішим засобом гасіння таких пожеж [7]. Вперше піну було отримано на початку ХХ ст. внаслідок хімічної реакції між содою і сірчанокислим алюмінієм. Під час змішування кислотної і лужної частин хімічного заряду виділявся вуглекислий газ, який формував бульбашкову систему.

Надалі в Європі, а потім і в Америці було запатентовано способи отримання піни і складі піноутворювачів для гасіння пожеж [8]. У роботі [9] запатентовано принцип утворення повітряно-механічної піни, яку застосовують зараз у більшості випадків пожежогасіння. Така піна утворюється шляхом змішування води та піноутворювача в певному співвідношенні, після чого цей розчин рухається рукавами, а безпосередньо в пристрої гасіння до розчину додається повітря й утворюється піна. Але таку піну неможливо застосувати для гасіння лісових, оскільки її особливістю є обмежена дальність гасіння та низька адгезія.

З урахуванням цих недоліків, у 70-х роках ХХ ст. у штаті Техас США розробник Mark Cummins запропонував використовувати піну, яка стала відома як Texas Snow Job. Вона утворювалася шляхом змішування розчину піноутворювача та стиснутого повітря безпосередньо біля насоса, а рукавами рухалася вже готова піна. Ця система стала попередником сучасних систем газонаповненої піни, які прийнято називати системами CAFS-Compressed Air Foam System.

Постановка задачі та її вирішення. Мета роботи – проаналізувати особливості отримання газонаповненої піни та ефективність її використання для гасіння лісових та інших ландшафтних пожеж. Газонаповнена або компресійна піна – однорідна дрібноструктурна піна низької кратності, що отримана шляхом змішування піноутворювача, води та стиснутого повітря або азоту [10].

На рис. 1 наведено схему системи газонаповненої піни. Основними її складниками є пожежний насос, компресор і система регулювання подачі піно-

утворювача. З насоса виходить вода під тиском, до якої у потрібній пропорції (1-2 %) додається піноутворювач. Далі до утвореної суміші додається стиснене повітря, за допомогою якого утворюється піна низької кратності, яка надалі рухається рукавами.

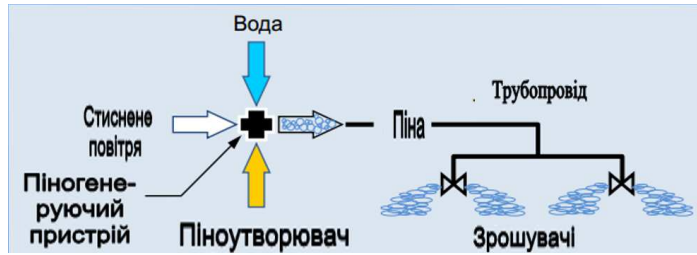


Рис. 1. Схема утворення газонаповненої піни

Розглянемо основні переваги технології компресійної піни:

- утворення піни відбувається безпосередньо біля насосної установки, що дає змогу зменшити енергетичні затрати на її доставку до місця пожежі;
- у зв'язку з цим газонаповнену піну можна подавати на значні відстані, навіть по вертикалі (до 400 м);
- газонаповнена піна є високо-структурованою, компактною та складається з великої кількості однорідних одиночних пухирців (рис. 2). Відношення маси до поверхні є сприятливим для інтенсивної теплопередачі, що призводить до значного ефекту охолодження;
- оскільки газонаповнена піна утворюється за допомогою повітря під тиском, то додатково отримує від нього енергію, потрібну для доставки її безпосередньо в осередок пожежі. При цьому, на відміну від води, не відбувається випаровування малих крапель на етапі доставки струменя в осередок пожежі, що значно підвищує коефіцієнт використання вогнегасної речовини;
- пожежні рукави, заповнені газонаповненою піною, значно легші, а отже, підвищується маневреність ствольника;
- газонаповнена піна може мати підвищений склад рідної фази, що підвищує ефект охолодження, а також відсутність рідкої фази, що веде до підвищеної адгезії та дає змогу використовувати її для вогнезахисту вертикальних поверхонь (дерев) та гасіння електрообладнання під напругою;
- відсутність рідної фази знижує прямі збитки під час гасіння пожеж у поверхових будівлях та на горищах через відсутність затоплення нижчих поверхів.

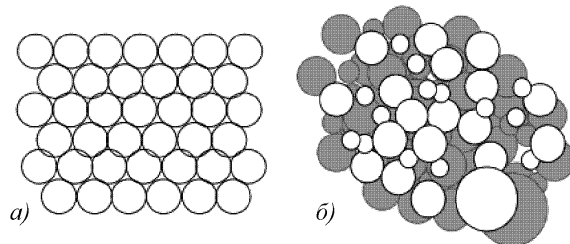


Рис. 2. Структура газонаповненої (а) та повітряно-механічної піни (б)

Таким чином, під час гасіння газонаповненою піною реалізують такі способи припинення горіння: охолодження та ізоляція. Це дає змогу використо-

увати її для гасіння пожеж класу А, В та D, а також електрообладнання під напругою. Визначальним критерієм ефективності пожежогасіння є час гасіння та об'єм вогнегасної речовини, що витрачено на гасіння. На рис. 3 наведено результати порівняльного дослідження з гасіння лісової пожежі за допомогою води, повітряно-механічної та газонаповненої піни (CAFS).

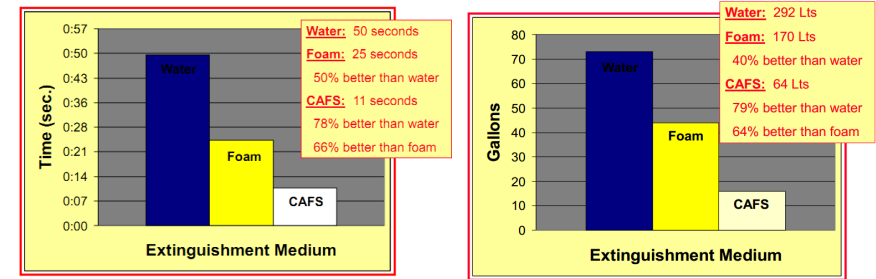


Рис. 3. Результати гасіння лісової пожежі за допомогою води, повітряно-механічної піни та газонаповненої піни: а) час гасіння; б) кількість води на гасіння

Отже, доведено ефективність застосування газонаповненої піни для гасіння лісових пожеж. Головним недоліком газонаповненої піни є можливість руйнації пожежного рукава, що заповнений піною, внаслідок впливу відкритого вогню та тепла, оскільки газонаповнена піна не може достатньо охолоджувати рукав, як вода. Це може призвести до того, що пожежні опиняться у вогняній пастці без засобів пожежогасіння.

Висновки. Встановлено, що газонаповнена піна є сучасним та одним з найбільш перспективних засобів пожежогасіння. Застосування газонаповненої піни для гасіння лісових пожеж дасть змогу зменшити час гасіння, об'єм води на гасіння, а також зменшити швидкість поширення полум'я завдяки забезпеченню вогнезахисту.

Література

1. Кодекс цивільного захисту України. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>.
2. ГОСТ 27331-87. Пожежна техніка. Класифікація пожеж. – 4 с.
3. Іванников В.П. Справочник руководителя тушения пожара / В.П. Іванников, П.П. Ключ. – М.: Изд-во "Стройиздат", 1987. – 288 с.
4. Терещев В.В. Противопожарная защита и тушение пожаров (леса, торфа, лесосклады) / В.В. Терещев, Н.С. Артемьев, В.А. Грачев, О.Ю. Сабинин. – Кн. 6. – М., 2006. – 294 с.
5. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2014 р. [Електронний ресурс]. – Доступний з http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2014.html
6. Виноградов С.А. Влияние параметров грунтометательной машины на эффективность грунтометания / С.А. Виноградов, Н.И. Мисюра, А.Н. Попова, Н.О. Консуров // Проблемы пожарной безопасности : сб. науч. работ. – Харьков : Вид-во НУЦЗУ. – 2014. – № 36. – С. 63-69. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol36/vinogradov.pdf>
7. Шароварников А.Ф. Пенообразователи и пены для тушения пожаров. Состав, свойства, применение / А.Ф. Шароварников, С.А. Шароварников. – М.: Изд-во "Пожнаука", 2005. – 335 с.
8. Пат. No. 1,790,125 "Method of and Apparatus for Producing Fire Extinguishing Foam".
9. Pat. US № 2,146,605 "Method of and Apparatus for Producing Fire Extinguishing Foam". [Electronic resource]. – Mode of access <http://search.rpxcorp.com/pat/US2146605A1>

10. Руденко С.Ю. Визначення обсягу повітря, що бере участь у піноутворенні компресійної піни / С.Ю. Руденко // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2015. – Вип. 25.6. – С. 229-232.

Титаренко А.В. Газонаполненная пена – эффективное средство пожаротушения лесных пожаров

Рассмотрены классы пожаров и способы их тушения. Предоставлена статистика лесных пожаров в Украине за 2014 г. Определено, что главной проблемой, с которой сталкиваются оперативно-спасательные подразделения при тушении лесных пожаров, является острая нехватка огнетушащего вещества – воды. Определено, что при таких условиях эффективным средством пожаротушения лесных пожаров является газонаполненная пена – однородная мелкоструктурная пена низкой кратности, полученная путем смешивания пенообразователя, воды и сжатого воздуха или азота. Приведены ее основные преимущества и недостатки. Освещены сравнительные результаты тушения лесного пожара с помощью воды, воздушно-механической пены и газонаполненной пены. Доказано, что применение газонаполненной пены для тушения лесных пожаров позволит уменьшить время тушения, объем воды на тушение, а также уменьшить скорость распространения пламени за счет обеспечения огнезащиты.

Ключевые слова: пожаротушение, компрессионная пена, газонаполненная пена, лесной пожар.

Tytarenko A.V. Compressed Air Foam as an Efficient Method for Wildfire Extinguishing

The classes of fires and how to extinguish them are studied. Statistics for wildfire in Ukraine in 2014 is provided. Based on the experience of wildfires, the primary extinguishing agent, which is used to extinguish such fires, is proved to be water, and the main method is supposed to be cooling of the combustion zone. The main problem faced by rescue units operating in extinguishing wildfires is an acute shortage of water as extinguishing agent. It is determined that under these conditions, an effective means of extinguishing wildfires is a compressed air foam – a homogeneous fine-low expansion foam that is obtained by mixing a foaming agent, water and compressed air or nitrogen. Its main advantages and disadvantages are presented. Some comparative results of extinguishing a wildfire with water, air and mechanical foam and compressed air foam are highlighted. It is proved that the use of compressed air foam to extinguish forest fires will reduce extinguishing time, and the amount of water to extinguish, as well as to reduce the speed of flame propagation by providing fire protection.

Keywords: fire extinguishing, compressed air foam, wildfire, agent.

УДК 681.518:622.248:004.94

*Доц. Л.Я. Чигур, канд. техн. наук –
Івано-Франківський НТУ нафти і газу*

**УДОСКОНАЛЕННЯ СТРУКТУРИ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ
ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ
ПОРОДУРІЙНИВНОГО ІНСТРУМЕНТУ**

Для ідентифікації поточного стану зношення долота в умовах інформаційної невизначеності запропоновано використовувати разом із розробленими підходами нейромережний класифікатор на основі гібридної нейромережі. Він складається з мережі Кохонена та нейромережі прямого поширення. Отримані результати моделювання роботи нейромережевого алгоритму дали змогу розробити структуру системи підтримки прийняття рішень для контролю технічного стану породурійнівного інструменту у процесі буріння свердловини, яка технічно може бути реалізована на базі системи контролю і управління процесом буріння типу СКУБ-1М або її зарубіжних аналогів.

Вступ. Виконання енергетичної стратегії України на ближче десятиліття пов'язане із зростанням обсягів власного видобутку нафти і газу, своєю чергою, передбачає підвищення ефективності на всіх етапах цих процесів з одночасним зниженням їх собівартості. У процесі буріння свердловини ці показники залежать від багатьох чинників: тривалість буріння; кількість спуско-підймальних операцій; вибір породурійнівного інструменту та використання повного ресурсу його спрацювання; вчасне прийняття оптимальних рішень та здійснення необхідних керувальних дій. Характерною особливістю процесу буріння є відсутність серійних приладів для контролю режимних параметрів безпосередньо на вибої свердловини, що значною мірою зумовлює унікальність процесу буріння нафтових і газових свердловин [1]. Це призводить до потреби використовувати такі природні канали зв'язку, як колона бурильних труб, стовп промивної рідини і оцінювати режимні параметри за показниками наземних приладів. Дослідження засвідчили, що природні канали зв'язку породжують адитивні шуми, які у загальному випадку є нестационарними. Прямого вимірюванню доступне тільки проходження долота $h(t)$. Тому про технічний стан долота можна судити тільки опосередковано за механічною швидкістю буріння [1, 2].

Для визначення моменту підйому долота для заміни складають режимні карти. Проте фактичні результати відпрацювання доліт істотно відхиляються від рекомендацій, що наведені в режимних картах, які складені для деяких усереднених умов. Це зумовлено тим, що зміна фізико-механічних властивостей гірських порід має випадковий характер. Помилки під час визначення моменту підйому долота для заміни спричиняють аварії, на ліквідацію яких витрачають значні кошти. З огляду на це, актуальною є науково-прикладна задача розроблення системи інтелектуальної підтримки прийняття рішень про управління процесом відпрацювання доліт у складі автоматизованої системи керування режимами буріння на основі методу динамічного інтелектуального аналізу нестационарних сигналів про процес відпрацювання доліт з використанням штучних нейронних мереж, здатних функціонувати за умов апріорної та поточної невизначеності щодо структури та параметрів об'єкта.

Серед сучасних напрямів розроблення людино-машинних систем – системи автоматичного керування, експертні системи та системи підтримки прийняття рішень. Саме за допомогою системи підтримки прийняття рішень оператор має змогу безпосередньо за допомогою обчислювальних засобів проектувати, порівнювати та обирати альтернативні варіанти рішень. При цьому відбувається автоматизація не стільки ручної праці, скільки інтелектуальної, більше того, в ряді задач вони виявляються ефективнішими. Зрозуміло, що в таких випадках доцільно використовувати системи підтримки прийняття рішень, які дають змогу приймати важливі рішення, керуючись подіями, які ще не здійснилися, надають можливість розробляти кілька можливих сценаріїв, визначати оптимальні дії тощо.

Матеріали та методи. Особливістю роботи долота, як об'єкта контролю, на вибої свердловини є складність встановлення причинно-наслідкового зв'язку між співвідношенням інформаційних параметрів контрольованого об'єкта і його технічним станом. Інформаційна модель контролю долота ефективна за відсутності інформаційної невизначеності, зумовленої можливим ви-