



**МАТЕРІАЛИ ДРУКУЮТЬСЯ
УКРАЇНСЬКОЮ, АНГЛІЙСЬКОЮ,
ПОЛЬСЬКОЮ ТА РОСІЙСЬКОЮ
МОВАМИ**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

*XIII Міжнародної науково-
практичної конференції
молодих вчених, курсантів
та студентів*

**ПРОБЛЕМИ ТА
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ
СИСТЕМИ БЕЗПЕКИ
ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ**

Львів – 2018

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

- д-р с.-г. наук **Кузик А.Д.** – головний редактор
- д-р техн. наук **Гащук П.М.**
- д-р техн. наук **Гуліда Е.М.**
- д-р техн. наук **Зачко О.Б.**
- д-р техн. наук **Ковалишин В.В.**
- д-р психол. наук **Кривопишина О.А.**
- д-р фіз.-мат. наук **Стародуб Ю.П.**
- д-р фіз.-мат. наук **Тацій Р.М.**
- канд. техн. наук **Башинський О.І.**
- канд. техн. наук **Горностай О.Б.**
- канд. філол. наук **Дробіт І.М.**
- канд. техн. наук **Ємельяненко С.О.**
- канд. геол. наук **Карабин В.В.**
- канд. техн. наук **Кирилів Я.Б.**
- канд. істор. наук **Лаврецький Р.В.**
- канд. фіз.-мат. наук **Меньшикова О.В.**
- канд. техн. наук **Пархоменко Р.В.**
- канд. екон. наук **Повстин О.В.**
- канд. техн. наук **Ренкас А.Г.**
- канд. техн. наук **Рудик Ю.І.**
- канд. психол. наук **Слободяник В.І.**

**ОРГАНІЗАТОР
ТА ВИДАВЕЦЬ**

Львівський державний університет
безпеки життєдіяльності

**Технічний редактор,
комп'ютерна верстка
Друк на різнографі**

Хлевной О.В.
Трачук О.В.

Відповідальний за друк

Фльорко М.Я.

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:

ЛДУ БЖД, вул. Клепарівська, 35,
м. Львів, 79007

Контактні телефони:

(032) 233-24-79,
тел/факс 233-00-88

Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності: Зб. наук. праць XIII Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, курсантів та студентів. – Львів: ЛДУ БЖД, 2018. – 476 с.

Збірник сформовано за науковими матеріалами XIII Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів «Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності».

Збірник містить матеріали таких тематичних секцій:

- Пожежна та техногенна безпека;
- Організаційно-правові аспекти забезпечення безпеки життєдіяльності;
- Організація проведення аварійно-рятувальних робіт та гасіння пожеж;
- Екологічні аспекти безпеки життєдіяльності;
- Інформаційні технології у безпеці життєдіяльності;
- Управління проектами та програмами у безпеці життєдіяльності;
- Промислова безпека та охорона праці;
- Природничо-наукові аспекти безпеки життєдіяльності;
- Соціальні, психолого-педагогічні аспекти та гуманітарні засади безпеки життєдіяльності;
- Цивільний захист.

© ЛДУ БЖД, 2018

Здано в набір 01.03.2018. Підписано до друку 12.03.2018. Формат 60x84^{1/3}. Папір офсетний. Ум. друк. арк. 29,75.

Гарнітура Times New Roman.

Друк на різнографі. Наклад: 100 прим.

Друк: ЛДУ БЖД

вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007.

ldubzh.lviv@mns.gov.ua

За точність наведених фактів, економіко-статистичних та інших даних, а також за використання відомостей, що не рекомендовані до відкритої публікації, відповідальність несуть автори опублікованих матеріалів. При передрукуванні матеріалів посилення на збірник обов'язкове.

Секція 1

ПОЖЕЖНА ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

INCREASING THE FIRE SAFETY LEVEL – CLASSIFICATION OF THE REACTION TO FIRE OF CABLES

Msc. Eng **Piotr Kaczmarzyk**, Msc. **Daniel Wierzbicki**

Msc. Eng **Wojciech Klapsa**,

Scientific and Research Centrum for Fire Protection – National Research Institute

Reaction to fire of construction products is important thing, affecting the fire safety of buildings, therefore the European Commission introduced new guidelines imposing an obligation to classify products in terms of flammability. One of such regulations is Regulation (EU) No 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 laying down harmonised conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC. This paper classifies products and precisely indicates the methods of testing [1]. This document covers all construction products intended for permanent fixing (including cables and wires) in buildings for public use.

In relation to fire safety associated with cables and wires, the Regulation 305/2011 refers to the harmonized European standard: EN 50575 “Power, control and communication cables. Cables for general applications in construction works subject to reaction to fire requirements” [2]. The standard determines the requirements for properties in fire environment, testing methods of cables used in buildings with a specific class reaction to fire. The standard indicates in a general way, which tests should be performed to classify the cable to a specific reaction to fire class (A_{ca} , $B1_{ca}$, $B2_{ca}$, C_{ca} , D_{ca} , E_{ca}). With regard to specific requirements, another standard is referred – EN 13501-6 Fire classification of construction products and building elements. Classification using data from reaction to fire tests on electric cables. The standard refers to the research methods and specific parameters and classification criteria, which cables should meet.

The classification of cable reaction to fire has a very positive effect on the fire safety buildings. Regarding to cables, until implementation of the new regulations (EN 50575), there was some instability on the market that allowed the distribution and assembly in buildings of cable products without the proper confirmation of the fire class. With regard to cables, the determination of the reaction to fire class is very important, due to the fact that they have a significant amount combustible materials made of plastics. In view of the above, in the event of a fire, cables may cause hazards in the form: spreading of flame, release of

large amounts of smoke (including toxic substances) and production of an aggressive corrosive environment. It should be noted that, cables depending on the destination of use, construction or raw materials from which they are made will have different flammability characteristics. To avoid testing each cable separately the technical standard PD CLC/TS 50576 [3] was written. There are described specific rules for determining cable families. This standard defines a cable family as a specific range of products of the same general construction (design elements) and voltage rating [3]. This document describes all features, which constitute criteria for separating products into proper families. Except main criteria cables separating eg. type (power, control, communication, optical), there are additional features associated with the construction of the cable eg. application of the armor, screen, shape of the conductor (round or sector) and class of conductor.

This publication presents the results of tests heat release and smoke production for two single-core cables (H07Z1-R 1x10 and H07Z-K 1x10) covered with insulation made of the same material – halogen-free thermoplastic polymer. The difference between the cables is conductor class acc. to EN 60228. H07Z1-R is equipped with a class 2 core (rigid, dedicated for permanent fixing), while the H07Z-K has a class 5 core (flexible, able to work in motion). The tests were carried out in accordance with the requirements of the EN 50399 „Heat release and smoke production measurement on cables during flame spread test”[4]. The test stand consists of a chamber with dimension 1000 mm wide, 2000 mm depth and 4000 mm high. The stand is equipped with an exhaust duct with a nominal efficiency $1\text{m}^3/\text{s}$. During the test, air (8000 l/min) was pumped (from the bottom) into the chamber through the inlet with dimensions 800x400 mm. Cable samples (25 pieces with a length of 3,5 m each) were attached to a ladder with width of 500 mm. The ignition source was a 20.5 kW propane burner. Scheme of the test stand is shown in Figure 1.

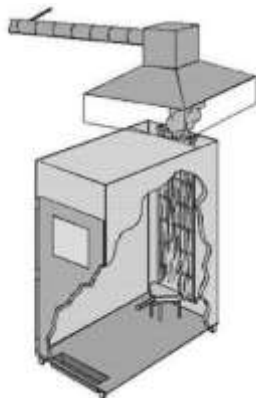


Figure 1. Scheme of the test stand according to EN 50399, Source: [5]

During the test, the following parameters were recorded: % oxygen consumption, CO₂ production, flow in the exhaust duct and transmittance. Recorded data after conversion and appropriate interpretation constitute classification parameters (Table 1), specified in the EN 13501-6, needed to classify the products to the reaction to fire classes B1_{ca}, B2_{ca}, C_{ca}, D_{ca}.

Table 1. Test results according to EN 50399 for cables H07Z1-R 1x10 and H07Z-K 1x10, Source: own materials

Parameter	Unit	Type of cable	
		H07Z1-R 1x10 Core class 2	H07Z-K 1x10 Core class 5
		Value	
FIGRA	(W/s)	68,4	169,6
Peak HRR	(kW)	12,7	56,9
Peak SPR	(m ² /s)	0,01	0,05
THR _{1200s}	(MJ)	3,7	26,7
TSP _{1200s}	(m ²)	2,1	17,7
Flame spread FS	[m]	0,46	3,3
Flaming droplets	-/+	-	+
Reached reaction to fire class		B2ca s1 d0	Dca s1 d2

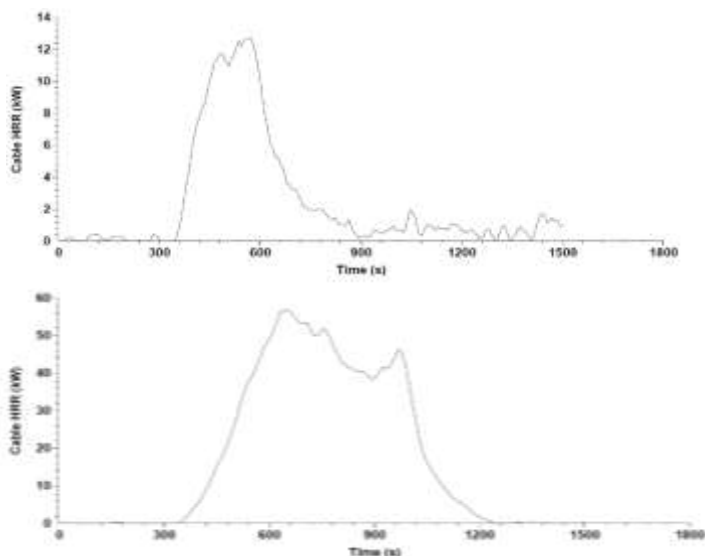


Figure 2. Test results of the HRR parameter according to EN 50399 for cables H07Z1-R 1x10 (on left) and H07Z-K 1x10 (on right), Source: own materials



Photo 1. Cables before and after tests according to EN 50399 (on left cable H07Z1-R 1x10 with core class 2, on right H07Z-K 1x10 core class 5), Source: own materials

The test results clearly show that even small change in cable construction – the class of a core – significantly affects the flammability of the products. The H07Z-K cable with a class 5 conductor released much more heat compared to a cable of the same design, equipped with a class 2 conductor. The above conclusion applies for all recorded parameters presented in Table 1. Due to obtained results the H07Z1-R was classified in flammability class – B_{2ca} s1, d0 and the cable H07Z-K – D_{ca} s1, d2.

Referring to obtained results of cable flammability tests, it should be pointed out that, the implemented rules of the CPR directive associated determination of reaction to fire of cable products, significantly improve the fire safety level of buildings.

References:

- [1] Regulation (EU) No 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 laying down harmonised conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC
- [2] EN 50575:2015-03 “Power, control and communication cables. Cables for general applications in construction works subject to reaction to fire requirements”
- [3] PD CLC/TS 50576:2016 Electric cables – Extended application of test results for reaction to fire
- [4] EN 50399:2011 „Heat release and smoke production measurement on cables during flame spread test”
- [5] Kłapsa, W., Małozieć, D., & Suchecki, S. (2012). Badania reakcji na ogień dla kabli elektrycznych-przegląd metod badawczych. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza, 131-139.

A PROPOSITION OF A METHOD EXAMINING THE HUMECTANT ABILITIES OF SURFACTANT CONCENTRATES USING FIBREBOARD SAMPLES

Aleksandra Kuchta

Andrzej Mizerski

The Main School of Fire Service

So far there have been no standardised methods of examining the extinguishing efficiency of the surfactant concentrates water solutions in Polish law. Such surveys are described in the American norms NFPA 18. They deal with the ignition of a fibreboard sample first and next the attempt to extinguish it with water or water solutions of surfactants. It is an inconvenient method which use requires having a functioning fume cupboard and an adequate safety equipment for the examining persons necessary for preventing them from a harmful impact of the product of combustion. The tests conducted in the Firefighting and Neutralising Measures Laboratory in The Main School of Fire Service indicate a low reproducibility of the results despite using the materials which have the same qualities. The unique course of the combustion process in the test conducted in the identical conditions implicated that the method does not permit to differentiate the examined solutions regarding their extinguishing and humectant efficiency.

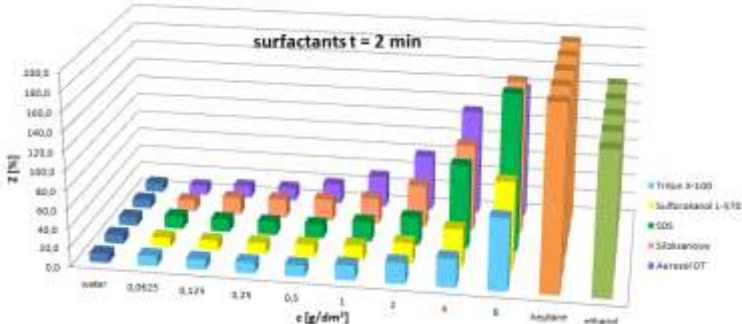
An alternative method has been proposed. It permits to assess the impact that the additives to water have on the humectant abilities of the surfactant solution without the use of the special equipment. In simple and easily reproducible conditions the fibreboard samples of dimensions 2.5 x 8 x 0.5 cm have been saturated with solutions of the examined substances.



Picture 1. A scheme of an examination site for the saturation of the fibreboard samples

The tests have been conducted with water solutions of the foaming agents and humectants with their corresponding mass concentration 4, 2, 1, 0,5, 0,25, 0,125, 0,0625, 0,03125 % and with selected surfactants with the mass concentration of 8, 4, 2, 1, 0,5, 0,25, 0,125, 0,0625 g/dm³. If the average surfactant content in a firefighting concentrate equals to about 20% of its mass concentration, the foaming agent's concentration of 1% corresponds to the surfactant's concentration of 2 g/dm³. The agents used during the tests have been mostly A class, S type and AFFF type and firefighting humectants. Anionic surfactants sodium dodecyl sulphate (SDS), Sulforokanol L-370, Aerosol OT (AOT) and non-ionic surfactants: siloxane surfactant (SIL),

Triton X-100 have also been tested. Ethanol, water and heptane have constituted the standard liquids. The measure of wetting ability in the conducted research was the increase of weight of the plate after a given impregnation time (1, 2 and 5 minutes). The results are shown in the diagrams depicting the dependence of the percentage increase in sample mass (Z) on the concentration of fire concentrates and surfactants.



Picture 2. Wetting properties of surfactant solutions with a time of immersion of the plate equal 2 minutes.

The characteristics of the tested concentrates and surfactants have been supplemented by the results of dynamic surface tension measurements using the maximum bubble pressure method, for bubble forming times from 0.03 to 10 seconds. The measurements have been carried out using *SITA science line t60* bubble pressure tensiometer for the same concentrates and at the same concentrations as for the fibreboard test. The results have been presented in the form of graphs depicting dynamic surface tension isotherms.

EVALUATION OF WETTING ABILITY AND FIREFIGHTING EFFECTIVENESS OF SURFACTANTS AND SURFACTANT FIREFIGHTING CONCENTRATES IN RELATION TO GROUP A FIRES

**Żaneta Paławska
Andrzej Mizerski
The Main School of Fire Service**

Operation of fire units is based on the use of water as the primary extinguishing agent. Its important parameters as for as extinguishing action is concerned are heat of vaporization and heat, which are associated with the disposal of temperature from combustion zone. Another important parameter is the surface tension, the high value of which results in a good ingress of liquid in porous hydrophilic materials. However, in contact with hydrophobic materials, which include some types of forest litter, water does not penetrate in their structure, and spreads on them poorly because of high surface tension. In order to reduce the surface tension of water, and thus increase its extinguishing effectiveness, Add-ons, such as

fire humidifiers are used in concentrations of 0.1 – 0.5%, and foaming agents that work as dampers are used in concentrations of 0.5 – 1%. Such actions will result in a better ability to spread and penetrate the spaces of porous hydrophobic materials.

The ability to spread depends on the forces of cohesion liquid cohesiveness, which is measured in surface tension, as well as the adhesion forces, or forces of the interaction of molecules of the solid and the liquid, which is a measure of the angle of wetting, defined as angle formed with the surface of the solid by a drop of the liquid at the point of contact of three phases. Measurement of wetting angle is used for smooth and rough surfaces. It is assumed that a good wettability means the value $\theta < 90^\circ$, in the case of water that is of hydrophilic nature of the surface. For the hydrophobic materials, the water wetting angle $\theta \geq 90^\circ$.

The main objective of the study was to present the laboratory methods of assessing the ability of the wetting and the extinguishing effectiveness of surfactant fire concentrates in relation to the fires of Group A.

Six extinguishing surfactant concentrates available on the market, were used in the research including two fire humidifiers and four foaming agents, as well as five surfactants, including three anionic: dodecylsulfate sodium (SDS), lauretoxy (3) sodium sulphate (L-370) Aerosol OT [bis-(2-ethylhexyl) sulfosuccinate sodium] and two non-ionic surfactants: Triton X-100 and surfactant siloksanowy (SIL) not having a common name.

Samples of wood mulch from three forest environments, i.e. forest hardwood, softwood and mixed wood, as well as dust, of pine and beech were tested. The study of the kinetics of the carbonation damp dust was carried out in a wide range of concentrations from 8 to 0.0625 mg/dm³ for surfactants and 4 to 0.03125% for foaming agents and dampers. Such a wide range of concentrations resulted from an attempt to determine the impact of surfactant concentrates on the rate of carbonation. A simplified figure of the test bench is shown in Fig. 1. A continuous measurement of weight gain of the layer was recorded from 0 to 15 minutes.

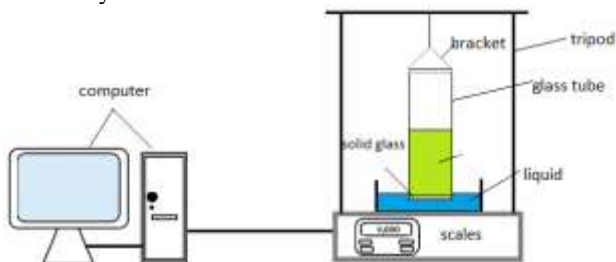


Fig. 1. The position to study the kinetics of the carbonation capillary.

Extinguishing effectiveness was also evaluated, where the parameters taken into account are: the use of the solution, or part of the solution, effectively wetting mulch (kept in the layer) and the effect of fire suppression (extinguishing or not-extinguishing). Surfactant solutions of concentrations of 1 and 0.25 g/dm³ and extinguishing concentrate solutions of concentrations of 0.5 and 0.125%, were used in the tests.

THE INFLUENCE OF THE FIRE EXTINGUISHER OPERATOR SKILLS ON THE EFFECTIVENESS OF EXTINGUISHING

Msc. Eng. Dariusz Pietrzela, Msc. Eng. Katarzyna Skorupka

Eng. Daria Kubis

National Research Institute, Józefów Poland

Fire extinguishers are equipment used to extinguish fires in order to early eliminate the risk and reduce the effects of fire before the arrival of firefighters. When analyzing the most common causes of fires, it can be concluded that early detection and taking appropriate actions would help to prevent the potential effects of fire.

Using fire extinguishers is required by national regulations, in Poland it is *The Regulation of the Minister of Interior and Administration of 7th June 2010 on the fire protection of buildings, other construction objects and areas*. In addition to the construction facilities indicated in the above regulation, fire extinguishers are also used in cars or public communication therefore, you can meet them everywhere. In connection with the above, constructional solutions of these extinguishing devices and the way they are operated must allow them to be used by adults, who do not have specialist training. In addition, these devices should be characterized by high efficiency and reliability of operation, which is significantly affected by the conducting of extinguishing activities in the first phase of the fire.

Laboratory of Fire Extinguishing Agents and Equipment in Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute carry out tests of technical and operational parameters of fire extinguishers to meet the requirements of standards such as PN-EN 3-7, PN-EN1866. The most important technical and operational parameters are: extinguishing efficiency, resistance to external and internal corrosion, and duration of operation. The parameter specifying the effectiveness of the extinguisher is mainly the minimum extinguishing efficiency. It determines the appropriate size of the test fire that can be extinguished by one fire extinguisher, and thus allows the extinguishing person to effectively and optimally use fire extinguishers. Measurement of extinguishing efficiency is performed by measuring the time required to extinguish the test fire. It is recognized that the fire extinguisher has adequate extinguishing efficiency, if it extinguish two of the three fire tests and after a set time there will be no return of burning. Test methods are performed on specific fire tests sizes depending on the fire class.

Observing the acquisition of competences by new employees, to perform tests of the extinguishing effectiveness of fire extinguishers, it was noticed that the operator's skills may affect on the time of extinguishing fire test. Therefore, we have attempted to determine the impact of the operator's skills on extinguishing efficiency of fire extinguisher. For this purpose during internal research project, a group of volunteers was organized to extinguish a test fire in accordance with the PN-EN 3-7: 2004

+ A1: 2008 standard. It was assumed that untrained workers would extinguish the minimum fire tests for a given type of fire extinguisher - in the opinion of the research team, most fire tests should be extinguished.

The tests began with a brief instruction about health and safety, reminders of the rules of using extinguishers and instructions on the course of the test. The participants of the test did not receive detailed instructions, they acted based on their own knowledge and experience. The group was supposed to extinguish a 70B fire test. Class B fire tests (fires of flammable liquids or melting materials, e.g. gasoline, alcohols, acetone, ether, oils, varnishes), which are carried out in round trays with appropriate surface area depending on the size of the extinguishing test. Each fire test of this type has a corresponding symbol, according to which the number determines the volume of liquid used for the test, the letter the type of class of fire. The method of extinguishing fires class B using a powder fire extinguisher consists in intense application of the extinguishing powder to the flame over the liquid mirror. The extinguishing mechanism is mainly based on the inhibitory effect on the flame, i.e. the capture of free radicals, which leads to slowing down the combustion reaction and, as a result, to extinguishing the fire.

Among the group of 10 volunteers, only one test fire was successfully extinguished. The main reasons for test failure are:

1. Too close approach to the tray.
2. Inappropriate spraying of the extinguishing agent.
3. Splashing of burning fuel around the tray, causing the burn to return.

Fire extinguishers with proven fire extinguishing efficiency against test fire 113B were used in the tests. Therefore, extinguishers of higher fire extinguishing efficiency than test 70B were used for tests. This confirms that the operator's skills significantly influence the extinguishing fire extinguisher's effectiveness. An appropriately trained operator is able to extinguish a fire of a size greater than that to which the extinguisher is intended.

References:

1. CHMIEL M., *Aspekty problemowe szkolenia praktycznego w zakresie stosowania podręcznego sprzętu gaśniczego*. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza, 2010, 151-157.
2. ŁUDZIK M., *Gaśnice: badania wybranych parametrów techniczno-użytkowych*. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza, 2010, 41-50.
3. KARPOWICZ M., RIEGERT D., ŚLĘCZKOWSKI B., TRZASKOWSKI W., *Proszki gaśnicze*. Standard CNBOP-PIB-BU01P:2017 wyd. 1.

ANALYSIS OF THE PRESSURE ON SPRINKLING INTENSITY DISTRIBUTION IN SPRAY JET FOR TURBO NOZZLE

Sandra Wierciszewska
Tomasz Drzymala
The Main School of Fire Service

Basing on National Headquarters of the State Fire Service of Poland statistic, the fires were one of the most frequent man-made disasters. Estimating on the scale of occurrence we can say fires are also the one of the most dangerous man-made disasters in the world. In fire safety, water is the sprinkling liquid used most often fighting fires. Considering the physical and chemical properties including : the high warmth, the utmost vaporization warmth as compared to other liquids and, due to economic advantages and neutral environmental effects, water appears to be the main extinguishing agent. The high-tech devices which firefighters use nowadays in fire safety, give opportunity to regulate the stream of water parameters and prepare them to each fire action. Being familiar with firefighting devices Firefighting and Rescue Unit is necessary for firefighters as it is a chance available in for effective water stream operation during the action.

Over the years, research results and firefighting operation experience, have shown the connection between effective extinguishing and the important parameter i.e. the intensity of sprinkling. The intensity of sprinkling I_z [dm^3/min] is defined as the amount of water at the specific area, in a unit of time.

The performed research investigated the influenced of pressure on intensity of sprinkling stream generated by TurboMaster nozzle (draw.1).



Draw. 1. Research devices – TurboMaster nozzle



Draw. 2. TurboMaster nozzle during the research.

The intensity of sprinkling of TurboMaster nozzle was examined by six pressure settings : 1bar, 2bar, 3bar, 4bar, 5bar, 6bar and constant expense 200 dm³/min.

Conclusions after the research :

Illustrating the highest intensity of sprinkling area for the researched scope of pressure. This will help a firefighters to add more effective water stream adding to a fire zone during firefighting action (it will have an influence on the following e.g.: reduce fire duration, reduce fire wastage and water supply).

Analysing the test results the influence of atmospheric conditions on test process was taken into account. Afterwards the atmospheric conditions were compared by real conditions during the conflagration and firefighting action.

УДК 614.841

**ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДУ КОМПОЗИЦІЙНОГО ЦЕМЕНТУ
ДЛЯ РОБОТИ В УМОВАХ ВИСОКИХ ТЕМПЕРАТУР***Агеєв С.І.***Башинський О.І.**, канд. техн. наук, доцент**Пелешко М.З.**, канд. техн. наук, доцент**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

З врахуванням сучасних технологій будівництва, а саме малоенергомісних технологій одержання будівельних матеріалів, необхідно чітко охарактеризувати вплив в'язучого на межу вогнестійкості. Адже відомо, що при тужавинні портландцементу та його різновидів утворюються водовмісні сполуки, які під дією високих температур дегідратуються з руйнуванням кристалохімічної структури, що супроводжується втратою міцнісних характеристик і як результат – руйнуванням конструкції. Тому, вивчено вплив температур пожежі на процес деструкції в'язучого бетону, який формує міцнісні характеристики бетонних конструкцій.

Оптимальний склад композиційного цементу у заданому інтервалі зміни кількісного співвідношення добавок доменного гранульованого шлаку x_1 (25,0-45,0 мас. %) та золи винесення x_2 (10,0-20,0 мас. %) визначався за допомогою методу ортогонально-центрально-композиційного планування (ОЦКП). Такий метод дає змогу скоротити тривалість експерименту, впорядкувати пошук оптимальних умов, отримати математичну модель об'єкта дослідження [1].

Залежно від складу та природи активних мінеральних добавок спостерігається їх різний вплив на фізико-механічні властивості в'язучих. Так, негативніший вплив на водопотребу цементу проявляється в разі введення доменного гранульованого шлаку. Найвищою активністю через 7 діб тверднення характеризується в'язуче з найбільшим вмістом клінкерної складової. Однак через 28 діб вирішальне значення має вже не тільки вміст клінкеру, але й вид і кількість добавок, а також їх співвідношення у складі цементів.

Критерієм оптимізації є також міцність на стиск через 28 діб тверднення в нормальних умовах, яка досягає 43,4 МПа.

Графічна інтерпретація даних експериментально-статистичного моделювання в заданому інтервалі зміни кількісного співвідношення мінеральних добавок свідчить, що оптимальний вміст активних мінеральних компонентів композиційного цементу КЦ V/A становить 35 мас. % доменного гранульованого шлаку та 15 мас. % золи винесення, за якого забезпечується його максимальна міцність (рис. 1).

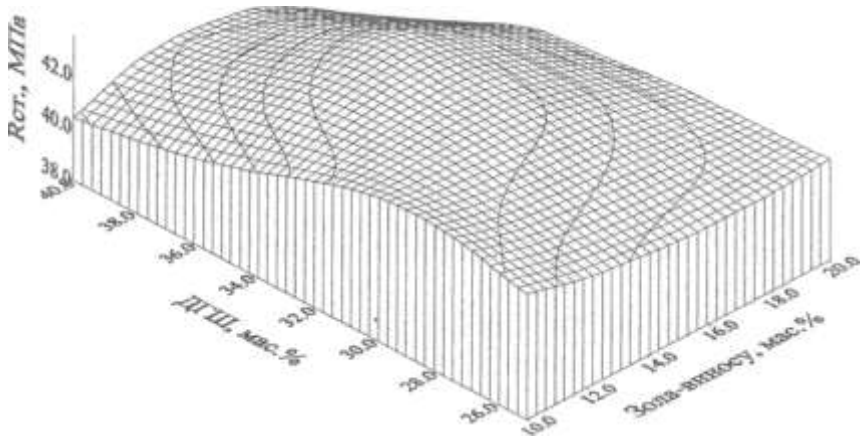


Рис.1. Поверхня відгуку та ізолінії міцності композиційного цементу, гідратованого 28 діб

Дослідження впливу додатків на міцність цементного каменю при дії на нього високих температур проводилось на зразках з цементного тіста нормальної густоти, які тверднули в повітряно-вологих умовах протягом 28 діб і перед нагріванням висушувались до постійної маси при температурі 100-110⁰С.

Цементний камінь на основі портландцементу без додатків, що тверднув 28 діб, показав при 800⁰С спад міцності на 90%, в той час як цементний камінь на основі композиційного цементу - на 15%. Це пояснюється пуцоланічною дією додатків, які входять у склад композиційного цементу. Як показав рентенофазовий аналіз, у віці 28 діб в цементному камені на основі композиційного цементу, вміст Ca(OH)₂, що виділяється при гідратації C₃S, є значно нижчим [2].

Значний спад міцності цементного каменю на основі портландцементу пояснюється деструктивними явищами, що відбуваються при дегідратації портландиту, а в композиційному цементі останній зв'язується додатками, тому при нагріванні спад міцності є значно менший.

Література:

1. Башинський О.І. Віброактивовані портландцементи та їх міцність за різних температурних режимів / О.І. Башинський, М.З. Пелешко, Т.Г. Бережанський // Пожежна безпека: Збірник наукових праць. – 2012. – №21. – с. 28-34.
2. Гивлюд М.М. Дослідження умов формування вогнезахисного покриття та його вплив на термічні і деформативні властивості залізобетону / М.М. Гивлюд, О.І. Башинський, М.З. Пелешко // Пожежна безпека: Збірник наукових праць. – 2015. – №26. – с. 31-37.

УДК 614.845

**СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ ВОГНЕГАСНИКІВ
СУЧАСНОГО ВИРОБНИЦТВА***Біленко Н.В.***Гаврилюк А.Ф.**, канд. техн. наук**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

В сучасному світі нас оточує велика кількість небезпек, серед яких пожежі займають одне з перших місць. Найбільшого поширення серед первинних засобів пожежогасіння набули переносні вогнегасники. Сьогодні в світі існує багато видів різних вогнегасників, а розвиток технологій спрямованих на їх вдосконалення не стоїть на місці. Аналіз сучасних вогнегасників показав наступні світові тенденції.

Повітряно-емульсійний вогнегасник BONTEL призначений для гасіння пожеж в побутових приміщеннях та на відкритій місцевості. Він ефективно здійснює гасіння: твердих та рідких речовин, які нерозчинні у воді; електрообладнання, що знаходиться під напругою до 1000 В. Основними перевагами є: абсолютна екологічна безпека; відсутність вторинного збитку; використання вогнегасної речовини, що не потребує утилізації та спеціального прибирання. Вартість такого вогнегасника становить 2467 грн. [1]

Протипожежна ампула BONTEL – пристрій, здатний запобігти пожежі на ранній стадії розвитку. Пристрій є герметичною скляною ампулою об'ємом 600 мл., яка виготовлена з травмобезпечного скла і заповнена рідкою вогнегасною речовиною BONTEL. При пожежі, в ампулі з рідиною починається реакція, в результаті якої всередині ампули зростає тиск. Коли температура досягає 90 °С, ампула руйнується і розпорошує вміст над середком пожежі на 10 м². Вартість цього вогнегасника складає 4100 грн. [2].

Наступним вогнегасним засобом є – вогнегасна пожежна граната «Рятувальник – 01» (SAT119). Виробник: BONEX, INC, Японія. Цей засіб призначений для гасіння пожеж класу А в початковій стадії. Вогнегасник являє собою резервуар із спеціальним складом води і хімічних речовин, які моментально нейтралізують вогонь. При руйнуванні резервуару виділяються вода і газ, потім вода випаровується і охолоджує поверхню горіння, а вуглекислий газ перекриває доступ кисню до вогнища пожежі, фосфат і гідрокарбонат амонію зупиняють реакцію горіння. Його ціна становить 1400 грн. [4].

Іншим пристроєм з цього класу вогнегасників є вогнегасний порошковий пристрій «ШАР-1». Виробник: SIAM SAFETY PREMIER CO., LTD (Таїланд). Його вартість складає 1 800 грн. Зовні він являє собою кулю, в середині якої знаходиться вогнегасний порошок з піротехнічним зарядом. Цей засіб призначений для гасіння пожеж класів А та В, та електрообладнання, що знаходиться під напругою до 5000 В. Діапазон температур його експлуатації – від

мінус 40° С до 85° С. Вогнегасною речовиною є вогнегасний порошок Furex 770, основний компонент якого являє собою фосфат моноамонію в тонкодисперсному стані. Може використовуватись як для локального, так і об'ємного пожежогасіння; термін служби – не менше 5 років [5].

Портативний аерозольний вогнегасник PFE – це вогнегасник, який підходить для гасіння практично всіх типів пожеж (рідин, газів, електричного обладнання, масел і жирів, що використовуються при приготуванні їжі). Його вартість становить 1343 грн. Вогнегасна речовина абсолютно безпечна для електрообладнання, людей, тварин та навколишнього середовища. Головними перевагами вогнегасника PFE є: компактність, він на 70-80% менше, ніж традиційний вогнегасник; не токсичність; ефективність, чистота і екологічна безпека вогнегасної речовини, захист від повторного загоряння; електробезпека, він не наносить шкоди двигунам, електротехніці, автоматиці і електроніці; корпус не перебуває під тиском – тому він не вимагає щорічного обслуговування[6].

Найбільш цікавим винаходом в цій сфері виявилася розробка японських винахідників, які змогли зробити вогнегасник зі звичайних штучних квітів.(рис.6). Зовні пристрій виглядає як пара декоративних квітів, але вони можуть допомогти загасити пожежу на кухні. Вогнегасними властивостями цей декоративний елемент володіє завдяки карбонату розчинників і загусників, що містяться в «квітах». Переваги такого пристрою: компактність пристрою; не вимагає спеціального навчання чи підготовки; має естетичний вигляд; ефективність при малих розмірах [7].

Література:

1.Повітряно-емульсійний вогнегасник BONTEL [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.silpotok.ru/products/firestops.html>(дата доступу 8. 02. 18)

2.Протипожежна ампула BONTEL [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://bontel.ru/files/upload/production/2/letters-7_ampula.pdf(дата доступу 8. 02. 18)

4.Вогнегасна пожежна граната «Рятувальник – 01» (SAT119) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://rosfiresystem.ru/magazin-2/product/pozhamaya-ognetushaschaya-granata-sat-11>(дата доступу 10. 02. 18)

5.Вогнегасний порошковий пристрій «ШАР-1» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://security-info.com.ua/articles/?ELEMENT_ID=1740(дата доступу 6. 02. 18)

6.Портативний аерозольний вогнегасник PFE [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.adeli-m.org.ua/index.php/cat/c306_-span-style-color---ff0000---strong-A--strong-yerozolnye-ognetushiteli---dlya-vseh-tipov-vozgoraniya--span---p.html(дата доступу 9. 02. 18)

7.Квіти-вогнегасники [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://flowerlib.ru/news/item/f00/s00/n0000099/index.shtml>(дата доступу 8. 02. 18)

УДК 614.835

ВОГНЕПЕРЕШКОДЖУВАЧІ ДЛЯ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ АПАРАТІВ*Бойко П.В., Слуцький І.А.***Ференц Н.О.**, канд. техн. наук, доцент**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

В апаратах і технологічних комунікаціях хімічної, газової, нафтохімічної та інших галузей промисловості з метою локалізації горіння на певній ділянці технологічної схеми, запобігання поширення полум'я використовують сухі вогнеперешкоджувачі. Аналіз даних про вогнеперешкоджувачі, які експлуатуються у виробництві показав, що основним їх недоліком є низька вогнестійкість.

Мета роботи – удосконалення вогнеперешкоджувачів для протипожежного захисту технологічних апаратів шляхом використання в якості насадки вогнестійких матеріалів – відходів цеолітних катализаторів типу «Цеосор 5А».

Цеолітні катализатори типу «Цеосор 5А» – це кристалічні, мікропористі, гідратовані алюмосилкати, що будуються нескінченно, розширюючи тривимірну сітку. Такі матеріали досліджувались з допомогою диференційно-термічного, електронно-мікроскопічного та рентгенофазового методів аналізу [1]. Методом диференційно-термічного аналізу встановлено, що при нагріванні відходів цеолітних катализаторів до $t=750...800^{\circ}\text{C}$ відбувається послідовне вилучення фізично зв'язаної, гідроксильної, цеолітної води, що не супроводжується руйнуванням структури. При нагріванні до вказаних температур відсутні будь-які зміни об'єму, зумовлені поліморфними перетвореннями SiO_2 через його незначний вміст. Аналіз мікроструктури прокаленого відходу цеолітного катализатора типу при $t=750...800^{\circ}\text{C}$ (збільшення у 10100 раз) показав, що в умовах високих температур відбувається спікання окремих кристалів у складні конгломерати, відбуваються реакції рекристалізації і утворення структурних дефектів.

Таким чином, в роботі доведена ефективність використання в якості полум'ягасильного елемента вогнеперешкоджувачів відходів цеолітних катализаторів типу „Цеосор 5А”.

Література:

1. Ференц Н.О., Якимечко Я.Б., Семеген Р.І., Солоха І.В. Вплив термообробки на властивості цеолітової породи та зв'язних речовин на їх основі // Хімія, технологія речовин та їх застосування. Вісник ДУЛП – Львів, – 1994. – №276. – С.145-147.

УДК 621.311.61

ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ З АВТОНОМНИМ ДЖЕРЕЛОМ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Борачок О.М.

Шаповалов О.В., канд. техн. наук

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

В системах протипожежного захисту, які відносяться до електро-механічних, будь-яких об'єктів до їх основних елементів можна віднести електромережу живлення і виконавчі механізми які переважно приводяться в дію асинхронними двигунами (АД) з короткозамкненим ротором, а також схему керування, яка відповідно до діючих нормативних документів здійснює пуск і зупинку систем в трьох режимах: автоматичному, дистанційному та місцевому.

Найбільш поширеним резервним джерелом електричної енергії є генераторні установки з двигунами внутрішнього згорання, але за певних обставин час прогрівання може становити від 3 до 10 хвилин залежно від температури навколишнього середовища та потужності двигуна.

З метою недопущення утворення часу простою систем протипожежного захисту, пропонуємо схему резервування живлення електромонтажів систем внутрішнього протипожежного захисту, яка передбачає логічне паралельне включення альтернативного джерела електричної енергії яке складається з акумуляторних батарей разом з автономними інверторами напруги та підвищувальними трансформаторами.

Ефективність комбінованого способу резервування підтверджує підвищення параметру ймовірності безвідмовної роботи системи з автономним джерелом від акумуляторних батарей на відміну від систем які використовують тільки генеруючі установки.

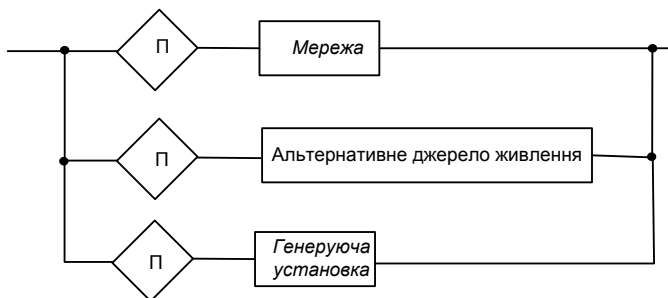


Рисунок 1 – Логічна схема активного резервування електроживлення

Інтенсивності відмов для елементів системи активного резервування (рис. 1), визначається відповідно до [1].

Ймовірність безвідмовної роботи електроживлення системи проти-пожежного захисту описується виразом [1]

$$P(t) = e^{-\lambda_{oc}t} - \frac{\lambda_{oc}}{\lambda_{oc} + \lambda_r - \lambda_p} e^{-\lambda_p t} \left(e^{-(\lambda_{oc} + \lambda_r - \lambda_p)t} - 1 \right). \quad (1)$$

Для порівняння надійності декількох об'єктів в один і той самий час використовують коефіцієнт збільшення ймовірності безвідмовної роботи, або відповідно коефіцієнт зменшення ймовірності відмов.

$$S_{P_2} = \frac{P_1(t_i)}{P_2(t_i)}. \quad (2)$$

$$S_{P_2} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{0.62843}{0.62843} = 1, \quad S_{P_2} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{0.7160040}{0.6284306} = 1,14$$

та S_{P_2} з генераторною установкою та акумуляторними батареями і інверторами напруги.

На рисунку 2 зображено залежності ймовірностей безвідмовної роботи електроспоживачів систем протипожежного захисту з різними способами резервування електроживлення.

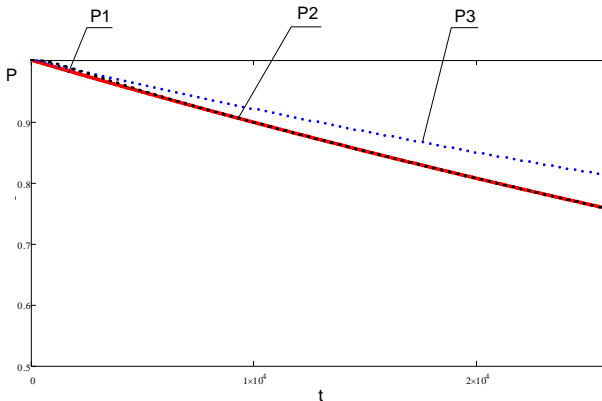


Рисунок 2 – Залежність ймовірності безвідмовної роботи систем електроживлення: P1- основної (P_{oc}), P2- резервованої системи з генераторною установкою, P3 - резервованої системи з генераторною установкою і акумуляторними батареями з інверторами напруги

Література:

1. Боднар Г. Й., Шаповалов О. В. Розробка автономного джерела живлення для протипожежних систем внутрішнього водопостачання / Збірник наукових праць «Пожежна безпека», №20.- 2012. С.180-186.

2. Надежность электрорадиоизделий 2006: Справочник – www.kazus.ru/attachment.php?attachmentid=9706&d...

3. Справочник по проектированию электроэнергетических систем / Под ред. С. С. Рокотяна, И. М. Шапиро. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 352 с.

УДК 614 843

**СТРАТЕГІЯ РЕФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ДЕРЖАВНОЇ СЛУЖБИ
УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

Гарань П.В.

Реальна система Державної служби України з надзвичайних ситуацій не може в повній мірі виконувати покладені на неї завдання з реалізації державної політики у сфері цивільного захисту забезпечення належної безпеки життєдіяльності населення, його захисту від надзвичайних ситуацій, пожеж та інших небезпечних подій.

Сили цивільного захисту та засоби ДСНС не завжди забезпечують своєчасне реагування на надзвичайні ситуації, пожежі та інші небезпечні події через віддаленість їх від місць виникнення таких подій, а також мають обмежені можливості щодо подолання негативних наслідків масштабних надзвичайних ситуацій.

Кабінет Міністрів України в 2018 році введе «розумний» мараторій на перевірки бізнесу, який дозволить зберегти високий рівень безпеки для споживачів і водночас не дозволить здійснювати адміністративний тиск на бізнес.

Для того, щоб подолати всі проблеми і покращити бізнес клімат в Україні, Мінекономрозвитку розробило Стратегію реформування системи державного нагляду та контролю на систему управління ризиками. Таким чином, Стратегія передбачає вдосконалення ризик-орієнтованого підходу, переорієнтацію інспекційної системи на запобігання порушенням та підвищення відповідальності інспекторів. Вона також мінімізує корупційні ризики шляхом автоматизації відбору критеріїв для перевірок.

Метою Стратегії є реформування системи Державної служби України з надзвичайних ситуацій та підвищення її спроможності щодо забезпечення виконання поставленого завдання, ліквідації надзвичайних ситуацій, гасіння пожеж, ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій у взаємодії з іншими службами.

Розв'язання проблеми передбачається здійснити шляхом:

Переходу від системи державного нагляду (контролю) у сфері пожежної та техногенної безпеки до системи запобігання виникненню надзвичайних ситуацій та профілактики пожеж;

Удосконалення законодавства щодо виконання основних завдань (функцій) у сфері пожежної та техногенної безпеки органами місцевого самоврядування;

Надання консультацій та практичної допомоги органам місцевого самоврядування щодо утворення нових та реформування що існує пожежно-рятувальних підрозділів місцевої та добровільної пожежної охорони в об'єднаних територіальних громадах;

Нарощування матеріально-технічної бази сил цивільного захисту та їх технічного переоснащення сучасною технікою, закупівля нових сучасних пожежних автомобілів.

За три роки більшість пожежних частин і техніки перейде на баланс місцевої влади, а не державної власності, як було до того. Зміни відбуватимуться в рамках децентралізації. У межах кожної територіальної громади будуть сформовані місцеві пожежні команди. Ці бригади першими виїжджатимуть на виклики в територіальні громади, не чекаючи на прибуття співробітників ДСНС.

Ще однією важливою зміною в роботі ДСНС стане ліквідація пожежної інспекції. Це повинно поліпшити бізнес-клімат в Україні та зменшить тиск на приватних підприємців, власників малого та великого бізнесу. У проекті бюджету на 2018 рік передбачено збільшення фінансування служби з 6,38 млрд грн. до 10,7 млрд грн. Це означає і кращу зарплату для рятувальників, яка за планом має підвищуватися з кожним роком.

Реалізація Стратегії сприятиме забезпеченню:

Створення ефективної сучасної європейської системи запобігання виникненню надзвичайних ситуацій та профілактики пожеж;

Удосконалення системи реагування на пожежі, надзвичайні ситуації та інші небезпечні події;

Скорочення часу прибуття пожежно-рятувальних підрозділів до місця виклику (до 10 хвилин у місті та до 20 хвилин у сільській місцевості);

Зменшення збитків у разі виникнення пожеж, надзвичайних ситуацій, небезпечних гідрометеорологічних явищ;

Створення оптимальної системи управління єдиною державною системою цивільного захисту та підвищення ефективності її функціонування.

Література:

1. Розпорядження КМУ 61 від 25.01.2017 Про схвалення Стратегії реформування системи Державної служби України з надзвичайних ситуацій
2. Наказ ДСНС України 132 від 02.03.2017 "Про затвердження Плану заходів щодо реалізації Стратегії реформування системи Державної служби України з надзвичайних ситуацій".

УДК 331

ДОСЛІДЖЕННЯ БЕЗПЕЧНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНЮ В ЯКОСТІ ПАЛЬНОГО ДЛЯ АВТОМОБІЛІВ

Гнатиско О.В.

Домінік А.М., канд. техн. наук

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

На сьогоднішній день ведуться дослідження по застосуванню нових видів пального для транспортних засобів. Значна увага при цьому приділяється водню в якості палива для легкових і вантажних автомобілів. Основною перевагою водневих двигунів є екологічність та поширення в природі. Ще понад півтора століття тому британський юрист та фізик William Robert Grove писав, що "холодне горіння" кисню та водню генерує електричний струм [1]. У 1839 він описав так звані "гальванічні газові батареї". Так було покладено початок дослідження паливних елементів.

Автомобілі на водневому паливі умовно можна розділити на три класи. I - це автомобілі зі звичайним двигуном внутрішнього згорання, який працює на водні або водневій суміші. Такі моделі можуть працювати на чистому водні або 5—10 % водню додають до основного палива. II - це автомобілі з двома енергоносіями, так звані гібридні, їх колеса рухає електропривод, енергію якому постачає акумулятор, що у свою чергу заряджається від високо-економічного двигуна внутрішнього згорання, що працює на водні або суміші водню з бензином. III - справжній водневий автомобіль з електродвигуном, який працює від паливного елемента, що знаходиться на його об'єкті. Теоретично ККД паливного елемента, що працює на суміші водень - повітря, може перевищувати 85 % [2,4].

Перспективним напрямком є використання рідкого водню як палива для двигунів нового типу, так званих паливних елементів. У США та в Європі вже існують водневі заправні станції, які забезпечують воднем автомобілі та автобуси, що на ньому працюють. Проте поширення даних технологій стикається із рядом труднощів, зокрема це труднощі із отриманням водню та його вибухонебезпечність [3].

Водень при змішуванні з повітрям утворює вибухонебезпечну суміш — так званий гримучий газ. Найбільшу вибухонебезпечність цей газ має при об'ємному відношенні водню і кисню 2:1 або враховуючи, що у повітрі міститься приблизно 21 % кисню, співвідношення водню та повітря приблизно 2:5. Вважається, що вибухонебезпечні концентрації водню з киснем містять від 4 % до 96 % об'ємних частин та аналогічно при суміші з повітрям від 4 % до 75 (74)% за об'ємом. Такі цифри зазначаються у більшості довідників, і користуватися ними можна з великою достовірністю для орієнтовних оцінок. Проте слід мати на увазі результати більш пізніх дослі-

джень (приблизно кінець 80-х) виявили, що водень у великих обсягах може бути вибухонебезпечний і при меншій концентрації. Чим більший об'єм, тим менша концентрація водню небезпечна.

Застосування новітніх технологій в автомобілебудуванні вимагає передбачати наслідки від їх діяльності. Одним із важливих пунктів, які потрібно вирішувати це створення ефективних систем пожежогасіння з врахуванням властивостей водню як палива.

Література:

1. William Robert Grove. The correlation of physical forces. — London: Longman, Green, Longman, Roberts, & Green, 1862. — 284 с.
2. Енергетична ефективність автомобіля / Гашук П.М. — Львів: Світ, 1992. — 208с.
3. National Academy of Engineering, «The Hydrogen Economy: Opportunities, Costs, Barriers, and R&D Needs» 2004, Fig 7-1
4. Про зміст поняття «Коефіцієнт корисної дії автомобіля» М.І. Сичевський, П.М. Гашук, А.М. Домінік Вісник ЛДУБЖД № 14 с.152-176

УДК 614.849

СИСТЕМИ БЛИСКАВКОЗАХИСТУ – ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ

Головатчук І. С.

Назаровець О. Б., канд. техн. наук

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Блискавкозахист будівель і споруд є системним вирішенням проблеми ураження блискавкою будівель та споруд. Блискавкозахист передбачає застосування цілого комплексу дій, технічних рішень, використання спеціальних пристосувань, які мінімізують наслідки потрапляння блискавки в об'єкт. Проте сьогодні ми зіштовхнулися з проблемою вибору системи блискавкозахисту, а саме встановлювати класичний (пасивний) чи активний блискавкозахист? Чи необхідно встановлювати систему внутрішнього блискавкозахисту і в якому обсязі, залежно від призначення об'єкту? Ці питання дедалі більше хвилюють, як виконавців так і власників об'єктів, оскільки від цього залежить не тільки збереження будівлі, але й життя людей.

За принципом дії електронна система активного блискавкозахисту (АБ) викликає іонізацію значно раніше та більшою напруженістю поля, ніж у випадку пасивного блискавкозахисту (ПБ). Однак численні випробування в умовах дії природних блискавок не підтвердили вказані переваги АБ щодо відстані перехоплення, ані щодо кількості перехоплених блискавок [4].

Зона захисту АБ перевищує у багато разів зону захисту ПБ, радіус захисту приблизно у 8 разів менший, та про ці зони захисту, нічого не сказано ні у стандарті МЕК ІЕС 62305-2006, ні у ДСТУ Б В.2.5- 38:2008 (ІЕС 62305:2006, NEQ), а також у ДСТУ EN 62305:2012 і вони є лише результатом лабораторних випробувань розробників. Як показує практика є численні підтвержені випадки прориву блискавки крізь уявну зону захисту АБ з пошкодженням споруд, які захищаються [4, 5].

Щодо проектування АБ має ряд переваг, а саме: дозволяється 1 струмовідвід, а для ПБ не менше 2-ох; горизонтальні пояси для АБ не застосовуються для будівель висотою до 60 м, а в ПБ струмовідводи слід з'єднувати горизонтальними поясами поблизу поверхні землі і через кожні 20 м за висотою будівлі [1].

За рахунок цього при монтажі АБ використовується значно менше кріпильних елементів і витратних матеріалів, ніж при монтажі ПБ, а це в свою чергу призводить до значної економії фінансів. Терміни виконання монтажних робіт зменшуються пропорційно зменшенню кількості витратних матеріалів і кріпильних елементів, а це призводить до додаткової економії. Проте не зрозуміло якими нормами керуються розробники АБ декларуєючи такі цифри.

Що стосується експлуатації АБ, то вона передбачає затрати на технічне обслуговування та ремонт елементів системи. З точки зору естетичного вигляду АБ не погіршує естетичний вид об'єкта.

Внутрішній блискавкозахист – це ряд заходів, націлених на забезпечення збереження електричного та електронного обладнання споруди, при виникненні наведень і небезпечної напруги як в електросистемі, так і в комунікаційних системах, у разі удару блискавки.

Система внутрішнього блискавкозахисту розділяється на три рівні захисту: силових електричних ліній; мережевих ліній; електричного обладнання [3].

Перший рівень захисту застосовують до силових кабелів, розподільчої електричної мережі об'єкту. Для забезпечення першого рівня захисту рекомендується встановлювати комбінований розрядник на ввіді електроживлення.

Другий рівень захисту застосовують до мережевих ліній, слабко-струмових кабелів та коаксіального кабелю. Для забезпечення другого типу захисту встановлюється комбінований пристрій, який об'єднує в собі іскровий розрядник та обмежувач перенапруг. Розміщується такий пристрій (в розтин коаксіального кабелю) біля антени (має для цього необхідні роз'єми), або в розподільчому щиті.

Третій рівень захисту застосовують для електричного та електронного обладнання яке підключене до електричної або слабкострумової мережі. Для забезпечення третього рівня захисту встановлюється комбінований адаптер через який підключається обладнання.

Проте не варто забувати про фінансову сторону, адже внутрішня блискавкозахисна система вимагає неабияких затрат, що не раціонально

використовувати в звичайних житлових будинках. Захисту від імпульсних перенапруг потребує все обладнання та комунікації, через які вони заносяться у будівлю, а ціна одного розрядника коливається від 100 до 1000 євро в залежності від виду, фірми та рівня захисту.

Отже, під час вибору системи блискавкозахисту необхідно враховувати те, що активний блискавкозахист не має нормативного підґрунтя, а регулюється лише інструкціями виробника. При обґрунтуванні встановлення внутрішньої системи блискавкозахисту, повинні враховуватися вартість електричного обладнання, наслідки збоїв в їх роботі та можливість втрати даних та інформації з такого обладнання.

Література:

1. ДСТУ Б В.2.5-38:2008 Інженерне обладнання будинків та споруд. Улаштування блискавкозахисту будівель та споруд.
2. ДСТУ EN 62305:2012 Блискавкозахист.
3. http://dim-engineering.com.ua/ukr/vnutrineia_molniezashita
4. <http://promelektro.blogspot.com/2015/09/v-behaviorurldefaultvmlo.html>
5. <https://rem-group.net/bliskavkozahist/pzip/>

УДК 681.3; 004.8

ТЕХНОЛОГІЇ ВИЯВЛЕННЯ ПОЖЕЖИ НА ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТАХ

Дзюба К.В.

Мельник Р.П., канд. техн. наук, доцент
**Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля
НУЦЗ України**

Основними напрямками розвитку систем пожежної сигналізації є розробка і застосування технічних засобів, що ефективно виконують свої функції з виявлення загорань за час, необхідний для своєчасного оповіщення людей про пожежу, включення систем пожежогасіння та димовидалення [1].

Для врахування різних факторів ризику, що притаманні для промислових об'єктів, провідні виробники пожежних сповіщувачів постійно розробляють нові методи виявлення пожежі та вдосконалюють вже наявні, прагнучи забезпечити кращі експлуатаційні якості продукції. Оптимізуючи технологію виявлення пожежі і максимально наближаючи її до вимог певної групи ризику, інженерні компанії намагаються створити надійний засіб швидкого виявлення спалаху, за допомогою якого відсоток помилкових сигналів тривоги вдалося б звести до мінімуму [2-3].

Техніку виявлення пожежі, розроблену для застосування на промислових підприємствах, можна розділити на дві категорії: внутрішню і зовнішню.

Зовнішній захист: ультрафіолетові і (або) інфрачервоні пожежні сповіщувачі, лінійні теплові сповіщувачі, димові відеосповіщувачі.

Внутрішня безпека: ультрафіолетові і (або) інфрачервоні пожежні сповіщувачі, лінійні теплові і димові сповіщувачі, димові відеосповіщувачі, іонізаційні або фотоелектричні димові сповіщувачі, теплові сповіщувачі, що реагують на зростаючу і фіксовану температуру, мультисенсорні багатопрофільні сповіщувачі (зазвичай поєднують в собі димові і теплові пристрої), газові сповіщувачі (вважається, що дані сповіщувачі не підходять для автономного використання, але деякі виробники починають включати детектори чадного газу в мультисенсорні прилади).

На будь-якому промисловому підприємстві є зони, що характеризуються, як вибухонебезпечні, на яких постійно або періодично присутні горючі речовини. У світовій практиці в цих зонах встановлюють прилади виявлення пожежі, схвалені АТЕХ для застосування на ділянках підвищеного ризику. Дані прилади поділяються на дві категорії: вибухостійкі та вибухонебезпечні. Пристрої, придатні для використання у вибухонебезпечних умовах, мають розряди, що визначають тип зони підвищеного ризику, в якій вони можуть використовуватися. Перед експлуатацією даних приладів пот-

рібно провести ретельний огляд зони. При монтажі обладнання особливу увагу необхідно приділяти електропроводці, окінцюванню кабелю, арматури і т.д. Планування та проведення монтажу повинні здійснювати висококваліфіковані працівники.

Світові виробники пожежних сповіщувачів, які є частиною важливої галузі промисловості з виробництва охоронного обладнання, постійно вдосконалюють свою продукцію задля підвищення рівня захисту об'єктів, що охороняються. Прикладом того, які переваги дає використання передових технологій, можуть бути останні розробки протипожежних сповіщувачів, що нещодавно з'явилися на нашому ринку: однокомпозиційні лінійні сповіщувачі, новітні традиційні (порогові) сповіщувачі з деякими функціями адресно-аналогових, мультисенсорні і лазерні сповіщувачі й т.д. Така різноманітність типів сповіщувачів дозволяє поліпшити процес виявлення пожежі в різко відмінних одна від однієї зонах сучасних промислових підприємств [4].

Тому, в подальшому також необхідно проводити наукові дослідження у сфері застосування пожежної автоматики в громадських та житлових будівлях, їх аналіз, удосконалення та поєднання з охоронними системами.

Література:

1. ДБН В.2.5-56:2014 Системи протипожежного захисту. – Чинний від 01.07.2015. – Київ: Мінрегіон України, 2014. – 127 с.

2. Мельник О.Г., Мельник Р.П., Гончар С.В. Дослідження надійності та достовірності роботи систем пожежної сигналізації для підвищення часу на евакуювання людей у разі виникнення пожежі // Вісник інженерної академії України. 2016. Вип. 3. С. 196-198.

3. Мельник О.Г., Мельник Р.П., Томенко М.Г. Проблема надійності срабатывания систем пожарной сигнализации на промышленных объектах // *New technologies and achievements in metallurgy, material engineering, production engineering and physics: materials of XVIII international scientific conference, 31.05-2.06.2017 r., a collective monograph edited by Jarosław Boryca, Dorota Musiał. Series: Monografie, nr 68. Polska, Częstochowa, 2017. S. 431-433.*

4. Цибульський П. К. Розробка мобільної масштабованої системи пожежної сигналізації / мат-ли семінару: Сучасний стан та перспективи розвитку комп'ютерних систем та мереж URL: <http://eom.lp.edu.ua/sntk> (дата звернення: 05.02.2018).

УДК 614.841.12

ВИЗНАЧЕННЯ ДВОВИМІРНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ
У ПРЯМОКУТНІЙ ОБЛАСТІ ЗА УМОВ ПОЖЕЖІ

Дундер Олег

Пазен О.Ю., канд. техн. наук

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

У прямокутнику $\Pi: \{0 \leq x \leq a, 0 \leq y \leq b\}$ розглядається задача про розв'язування рівняння теплопровідності (1) з крайовими умовами третього роду (2) при початковій умові (3)

$$c\rho \frac{\partial t}{\partial \tau} = \lambda \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} \right), \quad (1)$$

$$\begin{cases} \alpha t(x_0, y, \tau) - \lambda \frac{\partial t(x_0, y, \tau)}{\partial x} = \alpha \psi(\tau), \\ \alpha t(x_a, y, \tau) - \lambda \frac{\partial t(x_a, y, \tau)}{\partial x} = \alpha \psi(\tau), \\ \alpha t(x, y_0, \tau) - \lambda \frac{\partial t(x, y_0, \tau)}{\partial y} = \alpha \psi(\tau), \\ \alpha t(x, y_b, \tau) - \lambda \frac{\partial t(x, y_b, \tau)}{\partial y} = \alpha \psi(\tau), \\ t(x, y, 0) = \varphi(x, y), \end{cases} \quad (2)$$
$$t(x, y, 0) = \varphi(x, y), \quad (3)$$

де $\psi(\tau)$ – закон зміни температури середовища по периметру поперечного перерізу прямокутника (стандартний температурний режим пожежі), α – коефіцієнт теплообміну між середовищем та периметром поверхні прямокутника, c – масова питома теплоємність, ρ – густина, λ – коефіцієнт теплопровідності, $\varphi(x, y)$ – початковий розподіл температурного поля по товщині прямокутної колони.

У роботі [1] встановлено, що розрахунок нестационарного температурного поля прямокутного поперечного перерізу з достатньою точністю може бути знайдений за допомогою відомого в теорії теплопровідності співвідношення безрозмірних відносних температур:

$$t(x, y, \tau) = \psi(\tau) - \frac{(\psi(\tau) - t(x, \tau)) \cdot (\psi(\tau) - t(y, \tau))}{\psi(\tau) - t(x, y, 0)}. \quad (4)$$

де $t(x, y, \tau)$ – температура двовимірного температурного поля; $t(x, \tau)$ і $t(y, \tau)$ – температура одновимірних температурних полів; $t(x, y, 0)$ – початкова температура.

Співвідношення (4) відображає результат накладання одновимірних температурних полів $t(x, \tau)$ і $t(y, \tau)$ одне на одне. Тому для знаходження двовимірного температурного поля необхідно і достатньо знайти розподіл одновимірного температурного поля по напрямку осі x та по напрямку осі y , який детально вивчений та описаний у роботі [2]

$$t(x, \tau) = \psi(\tau) + \sum_{k=1}^{\infty} \left[f_k e^{-\omega_k \tau} - \int_0^{\tau} e^{-\omega_k \tau} u_k(s) ds \right] X_k(x, \omega_k). \quad (5)$$

Аналогічні розрахунки проводяться для визначення розподілу одновимірного температурного поля по напрямку осі y з заміною координат з x на y , а товщина конструкції змінюється з a на b .

Приклад. В якості прикладу розглянуто залізобетонну колону прямокутного перерізу з розмірами $a=40$ см та $b=30$ см. У деякий момент часу температура середовища навколо колони починає змінюватись за законом стандартного температурного режиму пожежі $\psi(\tau) = 3451g \left(1 + \frac{8\tau}{60} \right) + 20 \cdot V$ початковий момент часу температура колони є сталою і становить 20°C .

Використавши вище описаний розв'язок та програмне забезпечення Maple 13, отримуємо розв'язок цієї задачі у вигляді графіка, який представлено на рисунку 1.

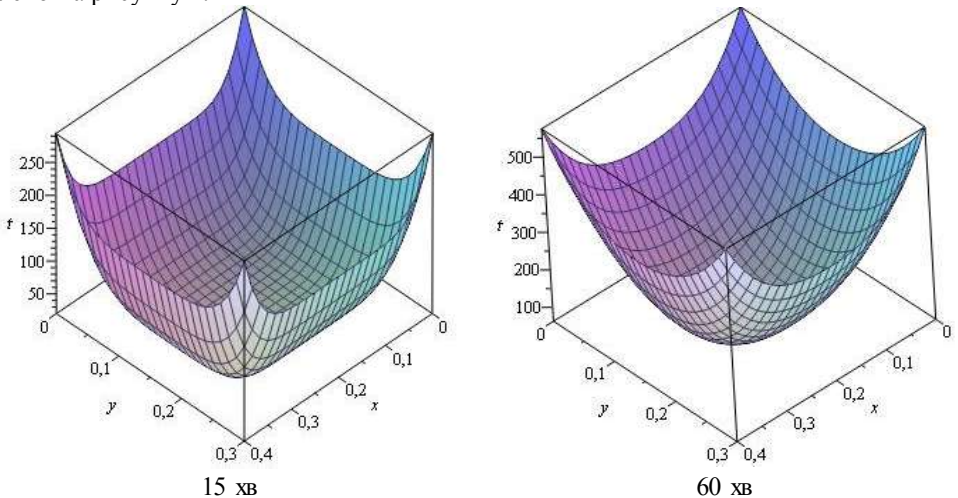


Рисунок 1 – Прогрів колони за умов пожежі

Література:

1. Лыков А. В. Теория теплопроводности / А. В. Лыков. – М: Высшая школа, 1967. – 559 с.
2. O. Y. Pazen and R. M. Tatsii, "General boundary-value problems for the heat conduction equation with piecewise-continuous coefficients", *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*, vol. 89, no. 2, pp. 357-368, March 2016.

УДК 614.841

**ВИЗНАЧЕННЯ ПРИЧИН ВИНИКНЕННЯ ПОЖЕЖ
ВІД ВНУТРІШНІХ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖ***Зілінський Д. В.***Назаровець О. Б.**, канд. техн. наук**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Згідно статистичних даних на території України за останні роки майже 90 % усіх пожеж виникали в будівлях житлового та промислового сектора, з яких 80-90 % - в житлових будинках 10-20 % на об'єктах промисловості. Внаслідок пожеж гине 3-4 тис. осіб, з яких 90 % у житловому секторі. Переважна більшість таких пожеж виникає в процесі експлуатації кабелів, проводів та інших електротехнічних виробів. Основною причиною виникнення пожеж є висока ступінь зношеності будівель їх конструктивних елементів та інженерних мереж. У багатьох будівлях, особливо старої забудови, внутрішні електричні мережі виконані з алюмінієвих провідників, у яких використовуються застарілі або взагалі відсутні засоби технічного захисту при аваріях цих мереж [1].

В Україні, як і в більшості країн світу, ведеться інтенсивне будівництво житла. За минулий рік в експлуатацію ввели понад 19 тисяч 400 житлових будинків, які становлять понад 4,5 мільйони кв. м житла. Проте спостерігається така тенденція, що здебільшого пожежі від електроустановок виникають у будівлях старої забудови.

Закономірне зростання кількості і потужності споживачів електроенергії призводить до перевантаження електричних мереж, особливо у будинках старої побудови, що призводить до швидкого старіння ізоляції, її руйнування, і відповідно, скороченню терміну експлуатації провідників.

Беручи до уваги статистичні дані причинами пожеж у 20 – 25 % випадках є порушення правил монтажу та експлуатації електроустановок та побутових електроприладів [2, 3]. Це свідчить про те, що кожна п'ята пожежа виникає внаслідок загоряння різноманітних електричних виробів, перевантажень та коротких замикань в електричних провідниках, електроустановках будівель та в електромережах зокрема [4]. На сьогодні багато питань щодо внутрішніх електричних мереж житлових та громадських будівель, пов'язаних з їх пожежною небезпекою, поки що не врегульовані та потребують вирішення.

Слід чітко розмежувати джерела запалювання від електромагнітних явищ і джерела запалювання від процесів, які виникають під час експлуатації електроустановок, та електрообладнання, параметри яких можуть досягнути пожежонебезпечного рівня лише під час аварійної роботи.

Найчастіше в ході розслідування пожеж, які виникають на об'єктах різного призначення і, особливо зі значними матеріальними збитками та з

людськими жертвами, призначається пожежно-технічна експертиза. Основними завданнями для пожежно-технічної експертизи є встановлення характеристик середовища в якому відбулась пожежа, джерела запалювання та причини виникнення пожежі. Практично за кожним фактом виявлення під час огляду пожежі залишків проводів і кабелів з оплавленими жилами, пропалених металевих оболонок електропроводок висувається версія про причетність до виникнення пожеж аварійних режимів в електроустановках.

Для вирішення такого завдання з місця в якому виникла пожежа вилучаються фрагменти електричних провідників зі слідами оплавлень, які подаються для подальших досліджень спеціалісту металознавцю.

Під час досліджень відібраних взірців металевих провідників на яких наявні сліди оплавлень вирішуються два основні питання: 1. Виниклі оплавлення провідників є наслідком короткого замикання або термічної дії пожежі. 2. Якщо оплавлення виникли в результаті короткого замикання, то виникли вони до пожежі чи внаслідок пожежі.

Для вирішення цих питань необхідно дослідити склад, структурні та фазові зміни, які виникали у досліджуваних взірцях провідників, котрі побували в умовах пожежі. Ці зміни дають можливість виділити за допомогою сучасних технічних засобів умови утворення оплавлень, які дозволяють у більшості випадків визначити момент виникнення короткого замикання.

Майже всі фізико-хімічні методи ґрунтуються на можливості реєструвати структурні перетворення, які відбуваються під впливом високих температур та безпосередньо полум'я на пожежах [3].

Для дослідження алюмінієвих провідників із оплавленнями використовують метод металографічного аналізу, метод рентгеноструктурного фазового аналізу та метод локального рентгеноспектрального аналізу. Метод локального рентгеноспектрального аналізу на сучасному етапі є одним з найбільш ефективних та інформативних видів якісного аналізу металів для встановлення причетності алюмінієвих провідників електричних мереж до виникнення пожеж.

Література

1. Аналіз масиву карток обліку пожеж // Офіційний сайт УкрНДЦЗ Електронний ресурс – <http://undicz.mns.gov.ua/content/amkop.html>
2. Методи дослідження пожеж. Методичний посібник. УкрНДПБ. Київ. 2009. – 239с.
3. Гудим В. І. Аналіз існуючої бази методів дослідження причетності аварійних режимів електромережі до виникнення пожежі // В. І. Гудим, О. Б. Назаровець // Техногенна безпека: теорія, практика, інновації : Збірник тез II Міжнародної науково-практичної конференції – Л. : ЛДУ БЖД, 2011. – С. 67–69.
4. Статистика пожеж та їх наслідків в Україні за 2004 -2008 рр.: Статистичний збірник / Під загальною редакцією Я.І. Хом'яка. – К. : УкрНДПБ МНС України, 2009. – 96 с.

УДК 614

**УМОВИ ЗАПОБІГАННЯ АВАРІЙ І НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ****Іванова Г.В.****Федюк Я.І.****Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Загальні вимоги до забезпечення техногенної безпеки об'єктів відображені в Законі України «Про об'єкти підвищеної небезпеки», в Правилах техногенної безпеки у сфері цивільного захисту на підприємствах, в організаціях, установах та на небезпечних територіях. Згідно вимог даних документів, техногенна безпека об'єкта регламентується відповідними ДБНами, міжгалузевими правилами безпеки та інструкціями, затвердженими міністерствами і відомствами.

Ці документи надають визначення техногенної безпеки як стану об'єкта, при якому виключається можливість виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру, а у випадку їх виникнення запобігається вплив на людей небезпечних факторів аварій та забезпечується захист територій і об'єктів від негативних наслідків надзвичайних ситуацій техногенного характеру.

Техногенна безпека об'єкта повинна забезпечуватись:

- системою запобігання надзвичайних ситуацій (аварій) техногенного характеру;
- системою локалізації та ліквідації надзвичайних ситуацій (аварій) техногенного характеру;
- організаційно-технічними заходами.

Система запобігання надзвичайних ситуацій (аварій) техногенного характеру – комплекс організаційних заходів та технічних засобів, що направлені на виключення можливості виникнення надзвичайних ситуацій та аварій.

Вона повинна розроблятися на кожному конкретному об'єкті з розрахунку, що прийнятний ризик знаходиться на рівнях:

- територіальний ризик $R_t \leq 10^{-7}$;
- індивідуальний ризик $R_i \leq 10^{-8}$;
- соціальний ризик $R_c \leq 10^{-7}$.

Прикладом реалізації такої системи на об'єкті є система раннього виявлення загрози виникнення НС.

Система локалізації та ліквідації надзвичайних ситуацій (аварій) техногенного характеру – комплекс організаційних заходів та технічних засобів, що направлені на запобігання впливу на людей небезпечних факторів надзвичайних ситуацій та обмеження їх поширення та матеріального збитку від них.

Система включає у себе заходи, спрямовані на створення умов для евакуації людей із зони НС, захист людей від негативних наслідків НС з використанням колективних та індивідуальних засобів захисту, розробку інженерних засобів та технічних пристроїв для локалізації аварій, створення умов для успішної ліквідації НС (АРС, системи оповіщення, технічні засоби ліквідації, забезпечення безперешкодного доступу до місця аварії на ПНО, забезпеченість об'єктів водою).

Організаційно-технічні заходи включають у себе комплекс заходів організаційного характеру, що спрямовані на:

- розробку посадових інструкцій, правил та інших організаційно-розпорядчих документів, що стосуються заходів щодо забезпечення цивільного захисту та техногенної безпеки;

- проведення в установленому порядку навчання персоналу діям у разі виникнення аварійних ситуацій та аварій;

- планування заходів щодо захисту персоналу від шкідливого впливу надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру;

- проведення ідентифікації потенційно-небезпечних об'єктів чи об'єктів підвищеної небезпеки;

- проведення паспортизації потенційно-небезпечних об'єктів чи об'єктів підвищеної небезпеки;

- розробку декларацій безпеки об'єктів підвищеної небезпеки;

- розробку паспортів (формулярів) на обладнання, устаткування та апаратуру;

- заключення угоди про постійне обов'язкове обслуговування державними аварійно-рятувальними службами відповідно до чинного законодавства;

Техногенна безпека об'єкта повинна бути забезпечена як в робочому стані, так і у випадках виникнення аварійної ситуації.

Література:

1. Кодекс цивільного захисту України
2. Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки»
3. Наказ МНС від 15.08.2007 № 557 Про затвердження Правил техногенної безпеки у сфері цивільного захисту на підприємствах, в організаціях, установах та на небезпечних територіях.
4. Постанова КМУ від 27 вересня 2017 р. № 733 Про затвердження Положення про організацію оповіщення про загрозу виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій та зв'язку у сфері цивільного захисту.
5. Постанова КМУ від 30 жовтня 2013 р. № 841 Про затвердження Порядку проведення евакуації у разі загрози виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій
6. Михайлюк О.П., Олійник В.В., Мозговий Г.О. Теоретичні основи пожежної профілактики технологічних процесів та апаратів. - Харків: АЦЗУ МНС України, 2004.- 406 с.

УДК 614.843 (075.32)

**ПРОТИПОЖЕЖНИЙ ЗАХИСТ МІСТА
НА ОСНОВІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОГО РИЗИКУ****Ковальчук О.І.**

Гуліда Е.М., д-р техн. наук, проф.

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

У сфері пожежної безпеки користуються терміном «пожежний ризик», тобто це є міра можливості реалізації пожежної небезпеки об'єктів захисту міста та її наслідків для людей і матеріальних цінностей. Гарантування пожежної безпеки об'єктів захисту складається з визначення, аналізу та оцінювання пожежного ризику, що дозволяє розробляти і впроваджувати відповідні заходи для зменшення їх значень до прийнятного значення. У різних аспектах і контекстах ці завдання розглядалися в роботах таких вчених як: В. Бурков, С.Д. Бушуєв, Ю.П. Рак, В.А. Рач, М.М. Брушлінський, В.В. Холщевніков, Д.О. Самошин, В.В. Бігун та інших.

Згідно з рекомендаціями Всесвітньої організації охорони здоров'я і Постанови Кабінету міністрів України [1, 2], пожежні ризики класифікують так: 1) незначний ризик $\varepsilon \leq 10^{-6}$; 2) середній ризик $\varepsilon = 10^{-6} \dots 5 \cdot 10^{-5}$; 3) високий (терпимий) ризик $\varepsilon = 5 \cdot 10^{-5} \dots 5 \cdot 10^{-4}$; 4) неприйнятний ризик $\varepsilon > 5 \cdot 10^{-4}$. Наведені дані стосуються лише пожежних ризиків відносно можливості оперативної ліквідації пожежі на об'єктах, які розглядаються відповідно до аудиту пожежної безпеки.

Відомо, що пожежний ризик для міста залежить від багатьох чинників, а саме від: 1) пожежного ризику для об'єктів житлового сектора міста, в тому числі з урахуванням впливу людського фактора та ризику евакуації людей при виникненні пожежі; 2) пожежного ризику для соціально-культурних, громадських та адміністративних об'єктів міста; 3) пожежного ризику для споруд виробничого призначення; 4) організаційного ризику ліквідації пожежі пожежно-рятувальними частинами міста.

Основною задачею в процесі використання теорії прийняття рішення є вибір оцінки для прийняття відповідного рішення, тобто вибір певного критерію для прийняття цього рішення [3]. Таким критерієм можуть бути збитки Z від пожежі та витрати B на протипожежний захист. Для розроблення оптимізаційної моделі визначення методів і засобів протипожежного захисту з урахуванням допустимого значення пожежного ризику необхідно знати на кінець звітного періоду дійсне значення пожежного ризику ε_m для міста, а саме загальну кількість пожеж N_n і споруд всіх об'єктів міста N_o за ЄДРПОУ. Тоді [4]

$$\varepsilon_i = \frac{N_n}{N_o} \leq [\varepsilon], \quad (1)$$

де $[\varepsilon]$ – допустиме значення пожежного ризику для міста.

У випадку, коли ε_m перевищує значення допустимого ризику $[\varepsilon]$ для міста, необхідно розробляти та впроваджувати заходи для його зменшення до допустимих значень за рахунок витрат на придбання протипожежних технічних засобів для обладнання ними відповідних об'єктів міста. Найбільш доцільно розробляти та впроваджувати заходи протипожежного захисту на підставі результатів, які можуть бути отримані з використанням оптимізаційної моделі. Оптимізаційну модель визначення методів і засобів протипожежного захисту з урахуванням допустимого значення пожежного ризику для міста можна представити так:

Функція мети

$$\varepsilon_{i,i} \Rightarrow \min ; \quad (2)$$

за критерієм

$$|Z_i - B_i| \Rightarrow \min ; \quad (3)$$

за обмеженнями, які накладаються на значення пожежних ризиків для відповідних груп об'єктів.

Для розв'язування оптимізаційної моделі використовувався метод Монте-Карло.

ВИСНОВКИ

1. Розроблена оптимізаційна модель методів і засобів протипожежного захисту міста на основі допустимого для міста значення пожежного ризику, яка дозволяє оперативного на основі аудиту визначати напрямки, додаткові витрати і відповідні засоби забезпечення прийняттого, в крайньому випадку високого (терпимого) ризику.

2. Розроблена оптимізаційна модель дозволяє управляти пожежним ризиком міста з урахуванням заходів на протипожежний захист, які підвищують пожежну безпеку міста.

Література:

1. Бегун В.В. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник / В.В. Бегун, І.М. Науменко. – К.: 2004. – 328 с.
2. Постанова Кабінету міністрів України від 29 лютого 2012 р. № 306. – К. – 3 с.
3. Мушик Э. Методы принятия технических решений / Э. Мушик, П. Мюллер // Перевод с нем. – М.: Мир, 1990. – 208 с.
4. Климаь Р. Визначення ймовірності виникнення пожеж у будівлях і спорудах різного призначення / Р. Климаь, Д. Матвійчук // Надзвичайна ситуація № 11, 2011. – с. 44-45.

УДК 514.18

МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ПОТОКІВ ЛЮДЕЙ ПРИ ЕВАКУАЦІЇ З БУДІВЕЛЬ

*Корецький В.М.***Комяк В.М.**, д-р техн. наук, професор**Національний університет цивільного захисту України**

В період експлуатації будівель переважаючим фактором залишається безпека людей. Для цього розробляються науково-обґрунтовані плани евакуації людей по шляхам, що включають сходи, коридори на поверххах, засоби аварійної евакуації. Для оцінки ефективності планів евакуації розробляються пакети програм, головною складовою яких є програми моделювання людських потоків, які адекватно відображають реальні процеси руху людей. Тому актуальною задачею є розробка моделей моделювання людських потоків.

В НУЦЗУ проводяться роботи по дослідженню людських потоків. В роботі [1] розглянута задача обґрунтування кількості і розмірів шляхів евакуації з висотних будівель, які включають сходи та коридори на поверххах з точки зору як мінімального часу евакуації, так і з точки зору врахування існуючого нормування для проектування будівель. Для моделювання руху потоків людей використовуються мережі Петрі. Швидкість руху визначається в залежності щільності потоку [2] для середньо статистичного контингенту евакуйованих. Якщо щільність потоку перевищує допустиму, то залучаються засоби аварійної евакуації. Питання раціонального розміщення засобів аварійної евакуації та їх вибору в реальному часі також розглянуті в [1].

Але існує досить широкий клас будівель як різної пожежної небезпеки, так різного контингенту, який мешкає в них, наприклад люди з обмеженими мобільними можливостями змішаного складу. Тому актуальною є задача розробки моделі індивідуально-поточного руху людей, що адекватна реальному потоку людей змішаного складу. При моделюванні руху людей виникає задача їх щільного розміщення (переміщення) з різною щільністю, тобто розташуванням їх з урахуванням різних мінімально допустимих відстаней між людьми згідно з рядом додаткових технологічних обмежень, серед яких можна виділити рух з різною швидкістю, урахування маневреності, комфортності і т.і.

Шлях руху розділяється на підобласті. Кожна область характеризується однаковою законом формування основного напрямку руху і видом руху людей, які потрапили в підобласть. Розглядається рух по прямій, причому переміщення з аналізованої точки представляється у вигляді вектора, що з'єднує дану точку з точкою на відповідному вихідному роздільнику шляха руху (з урахуванням коефіцієнта гомотетії). Кожному індивіду

E_i приписуються характеристики швидкості $\left| \vec{v}_{ki} \right|$ (в метрах в секунду) і

маневреності (відхилення від основного напрямку руху) $m_i, m_i < 1$ (в метрах). Формою горизонтальної проекції людини прийнято еліпс [2], діаметри якого відповідають ширині і товщині тіла людини. Кут повороту еліпса, який формалізує маневреність, визначається між перпендикуляром до великої піввіссі і вектором основного напрямку руху.

Побудовано математичну модель індивідуально-поточного руху потоку людей у вигляді пошуку максимуму сукупного руху людей, що знаходяться в підобласті евакуації, розроблено метод та алгоритмічне і програмне забезпечення методу.

Як приклад, розв'язана задача моделювання руху людей по коридору, що зображений на рис. 1. У початковий момент часу проводиться випадкове розміщення евакуйованих в коридорі і за дверима в прилеглих приміщеннях, виходи з яких – переривання суцільної, що зображає границю коридору; прямокутники – області заборони. Індивідуальні характеристики генеруються по нормальному закону розподілу. Процес евакуації представлено на шести фрагментах на рис. 1.

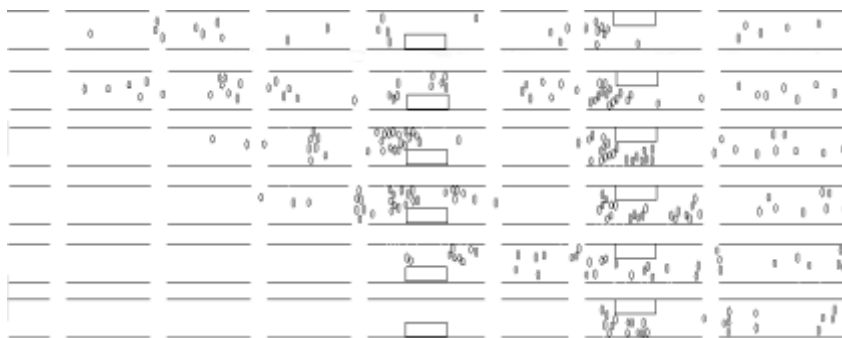


Рисунок 1 – Комп'ютерне моделювання процесу евакуації

Література

1. Комяк В.В. Моделі та методи розбиття і трасування для оцінки шляхів евакуації у висотних будівлях при проектуванні / В.В. Комяк: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.05.02 «Математичне моделювання та обчислювальні методи». – Харків, 2014.– 25 с.
2. Холщевников В.В., Самошин Д.А. Эвакуация и поведение людей на пожарах: учебное пособие. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2009. – 210 с.

УДК 614.8

ПРОГНОЗУВАННЯ ІНТЕГРАЛЬНОГО ПОЖЕЖНОГО РИЗИКУ
ЗА ДОПОМОГОЮ КОРЕЛЯЦІЙНО-РЕГРЕСІЙНОГО АНАЛІЗУ

Кравців С.Я.

Національний університет цивільного захисту України

Для того, щоб можна було управляти ризиком необхідно знайти важелі управління на які можна буде в подальшому впливати. Проведемо кореляційно-регресійний аналіз для знаходження необхідних важелів. Регресійний аналіз – це метод вивчення статистичної взаємозв'язку між однією кількісною залежною змінною від однієї або декількох незалежних кількісних змінних. Залежна змінна в регресійному аналізі називається результатом, а змінні фактори – пояснюючі змінними. В нашому випадку результатом змінною є інтегральний пожежний ризик R_3 , а пояснюючі змінні – це кількість жертв $N_{жертв}$, час прямування пожежно-рятувальних підрозділів до місця пожежі $T_{прям}$, час локалізації ними пожежі $T_{лок}$, час ліквідації пожежі $T_{лік}$ та кількість населення, що проживає в досліджуваній області.

За допомогою програми STATISTICA було проведено кореляційно-регресійний аналіз чотирьох кластерів, які визначенні в попередній роботі [1]. На прикладі Харківської області покажемо результати проведених розрахунків. Оскільки Харківська область відноситься до другого кластеру, тому в статті аналізуємо другий кластер.

Першим етапом регресії є отримання кореляційної матриці (рис. 1).

Variable	Correlations (Харківська обл)						
	$N_{пож}$	$N_{жертв}$	$T_{прям}$	$T_{лок}$	$T_{лік}$	$N_{нас}$	R_3
$N_{пож}$	1,000000	0,764915	0,031368	0,253070	0,013677	0,879360	0,060604
$N_{жертв}$	0,764915	1,000000	0,088737	0,323689	-0,118355	0,937602	0,469821
$T_{прям}$	0,031368	0,088737	1,000000	0,212499	0,575925	0,126764	-0,120900
$T_{лок}$	0,253070	0,323689	0,212499	1,000000	0,053396	0,235887	0,437409
$T_{лік}$	0,013677	-0,118355	0,575925	0,053396	1,000000	-0,024018	-0,272294
$N_{нас}$	0,879360	0,937602	0,126764	0,235887	-0,024018	1,000000	0,171210
R_3	0,060604	0,469821	-0,120900	0,437409	-0,272294	0,171210	1,000000

Рис. 1. Кореляційна матриця.

Запишемо рівняння лінійної регресії в загальному випадку:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_k X_k, \quad (1)$$

де Y – це залежна досліджувана змінна (фактор, параметр), в нашому випадку це R_3 , $b_0, b_1, b_2, \dots, b_k$ – оцінка параметрів рівняння регресії, X_1, X_2, \dots, X_k – пояснюючі змінні.

Задача полягає у знаходженні оцінки параметрів рівняння регресії, що дозволить записати математичну модель для управління ризиком.

Література:

1. Кравців С.Я., Соболев О.М. Групування адміністративно-територіальних одиниць України по рівню інтегрального пожежного ризику за допомогою кластерного аналізу, 26, 79-86. Режим доступу <http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/6410/1/kravtsiv.pdf>.

УДК 536.2

**АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ
БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ**

Кришталь Д. О., Кременський В. М., Федун Д. А.

**Кришгаль М.А., канд. психол. наук, професор
ЧНПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України**

Вступ. У зв'язку із зростаючою вартістю енергоносіїв особливої значущості для будь-яких будівель і споруд набула актуальності і потреба у високоєфективній теплоізоляції, яка б мала високий коефіцієнт теплового опору при відносно малих товщинах і невеликій вазі.

Основна частина. Асортимент теплоізоляції з кожним роком зростає, розібратися у видах теплоізоляційних матеріалів з кожним днем стає все складніше.

Теплоізоляційні матеріали прийнято ділити по виду основної вихідної сировини на три види: неорганічні, органічні і змішані.

Теплоізоляційні матеріали мають низьку теплопровідність:

Неорганічні теплоізоляційні матеріали – мінеральна вата та вироби з неї, газобетон, пінобетон, піноскло, скляне волокно, вироби із сполучного перліту.

Мінеральна вата та вироби з неї діляться на скловату, шлакову вату, кам'яну вату.

Скловата витримує оптимальну температуру нагріву – 450 °С, граничну – 500 °С, граничну температуру охолодження мінус 60 °С, теплопроцеліст – 0,03-0,052 Вт/м*К.

Шлаковата витримує температуру + 300°С, яка є найнижчою серед усіх видів мінеральної вати, її температуропровідність у сухому стані знаходиться у діапазоні 0.46-0.48 Вт/м*К і є найвищою серед теплоізоляційних матеріалів цієї групи.

Кам'яна вата витримує граничну температуру нагріву + 600°С, має теплопровідність в межах 0.77-0.12 Вт/м*К.

На будівельних ринках саме кам'яну вату прийнято називати мінеральною.

Кам'яна вата («ТехноНІКОЛЬ» – виробник) ділиться за областю застосування: для фасадів, циліндричних і простих покрівель, підлог, стін, покриттів, перекриттів і т.д.)

Для запобігання руйнівній дії вогню Корпорацією «ТехноНІКОЛЬ» розроблені нові теплоізоляційні матеріали (м. Черкаси) на основі кам'яної вати, призначені для використання в системах вогнезахисту:

- металоконструкцій;
- залізобетонних конструкцій;
- повітропроводів.

Для однакових умов теплопередачі товщина стінки, яка виконана з відповідного матеріалу складає (м):

- Пінополістирол – 0.12
- Мінеральна вата – 0.16
- Дерево – 0.3
- Керамзітобетон – 0.9
- Кирпич – 1.7
- Залізобетон – 5.1

Наприклад, «Бетонна вата», яка в Україні продається під маркою «Бетонь» – це твердий теплоізоляційний матеріал, що за фізичною структурою є подібним до традиційного стінового матеріалу – комірчастого (ніздрюватого) бетону, яке відрізняється від останнього значно нижчою питомою густиною та технологією виготовлення. Близько 85% об'єму матеріалу займають повітряні пори. Технічна характеристика бетону:

- питома густина $\rho=200$ кг/м³;
- теплопровідність $\lambda=0,05$ Вт/м·К;
- паропроникність – 0,25 кг/мг·Па;
- міцність – 5 кг/см² (0,5 МПа).

Коефіцієнт теплопровідності пінополістерола складає 0.037 – 0.043 Вт/м*К через те, що він на 38% складається з повітря, коефіцієнт теплопровідності якого є одним із самих низьких и складає 0,027 Вт/м*К ;

Висновки. У даній роботі проведено аналіз сучасних теплоізоляційних матеріалів. Необхідно пам'ятати, що при виборі матеріалу необхідно зважати на його пожежну небезпеку.

Література

1. Будівельні матеріали. матеріали будівельні. Методи випробувань на горючість. ДСТУ Б В.2.7-19-95 (ГОСТ 30244-94). [Чинний від 1996-09-01]. – К.: Державний комітет України у справах містобудування і архітектури, 1995. – 32 с. – (Національний стандарт України).

2. Будівельні матеріали. Методи випробувань на займистість. ДСТУ Б В.1.1-2-97 (ГОСТ 30402-96). [Чинний від 1998-01-01]. – К.: Держкоммістобудування, 1997. – 32 с. – (Національний стандарт України).

УДК 614.835

ДОСЛІДЖЕННЯ НЕБЕЗПЕКИ КОТЕЛЬНИХ УСТАНОВОК

Левицький В.М., Довгаль А.В.

Ференц Н.О., канд. техн. наук, доцент

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Котельня ТДВ м'ясокомбінат «Ятрань» призначена для отримання насиченої пари з тиском 1,3 МПа для технологічних потреб підприємства та гарячої води з температурою 70...105°C на теплофікаційні потреби (для систем опалення і вентиляції). Небезпека котельні зумовлена використанням природного газу. Прогнозування можливих аварій у котельні базується на основі можливості розгерметизації устаткування або трубопроводів, на можливості утворення і займання вибухонебезпечних сумішей в обладнанні, на можливості різкого підвищення тиску в барабані парових котлів або трубчатці водогрійних котлів. Для кількісної оцінки можливих зон ураження використовувались такі моделі і методи розрахунку: формування та розповсюдження вибухонебезпечних хмар природного газу; займання газових хмар у відкритому просторі; вибух газових хмар у відкритому просторі; вибух в парових котлах; розрахунок величин енергетичних показників вибухонебезпечності.

Через вибух в приміщенні та на території котельні при розгерметизації газопроводу можливі значні руйнування обладнання, комунікацій та будівлі котельні. Прилегли об'єкти можуть мати легкі та середні пошкодження елементів будівлі, обладнання, застелення. При наявності джерела запалювання можливий вторинний наслідок – розвиток пожежі. При виникненні пожежі в приміщенні котельні та на території котельні у вигляді “вогняної кулі” можливе отримання персоналом підприємства опіків I ступеня. Небезпека котельні полягає також у використанні гарячої пари, до викиду якої може призвести ушкодження барабанів, кип'ятильних чи економайзерних труб та паропроводів. Можлива вибухонебезпечна зона, що утвориться при дрейфі хмари газу, може поширитися на відстань ~ 250 м від місця викиду. При цьому максимальна ширина хмари буде складати ~ 18 м. Надходження такої хмари в замкнений об'єм, наприклад, у повітряний канал припливної вентиляції, або досягнення нею джерела запалювання на відкритому просторі може викликати її вибух (загоряння). Згідно виконаного аналізу в котельні можливі аварії рівня “А”, “Б” і “В”.

Література:

1. ДБН В.2.5-77:2014. Котельні.

УДК 656.085.5

**ВПЛИВ ВНУТРІШНЬОГО ОПОРУ АКУМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ НА
ВЕЛИЧИНУ СТРУМУ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ
ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ***Лемішко М.В.*

Гаврилук А.Ф., канд. техн. наук

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Згідно із статистичними даними, однією з найпоширеніших причин виникнення пожеж на транспортних засобах, під час їх експлуатації є несправності паливної системи і пожежонебезпечні режими роботи бортової електромережі – 35% [1].

Найбільш небезпечним місцем виникнення КЗ є моторний відсік де присутня підвищена температура та наявність легкозаймистих та горючих рідин, що складає велику пожежну навантагу, а також зона розміщення паливного баку і зона салону автомобіля.

Враховуючи, що довжини провідників, які можуть утворювати контур КЗ можуть становити від 1 до 4 м. необхідно обчислити значення струмів КЗ за умови, що він буде протікати від джерела живлення через провідник, а вертатися через елементи кузова АТЗ. Враховуючи те, що кузовні елементи виконані зі сталі, а провідники мідні, то опір зворотнього шляху струму є значно меншим, у порівнянні з опором провідника, тому ним можна знехтувати.

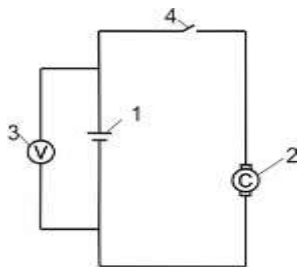
Величина струму короткого замикання який може виникати у бортових електромережах АТЗ визначається з рівності:

$$I_{K3} = \frac{U_{AKB}}{R_{вн} + R_{пер} + R_{K3} + R_{пр}} \quad (1)$$

де, I_{K3} – струм КЗ, А; U_{AKB} – напруга акумуляторної батареї, В; $R_{вн}$ – внутрішній опір АКБ, Ом; $R_{пер}$ – перехідний опір контактів, Ом; R_{K3} – опір дуги КЗ, Ом; $R_{пр}$ – опір контура, де виник струм КЗ, Ом;

З літературних джерел встановлено, що напруга справної АКБ лежить в межах $U_{AKB} = 12..14$ В; сума опорів перехідних контактів становить 0,05-0,1 Ом; опір дуги КЗ лежить в межах 0,03-0,07 Ом;

Для визначення внутрішнього опору АКБ було проведено експериментальне дослідження принципова схема якого зображена на рис 1.



1–АКБ; 2 – стартер; 3 – вольтметр; 4 – ключ.

Рис. 1. Принципова схема проведення досліджень

Визначалася напруга АКБ до моменту замикання ключа запалення U_0 , та після – U_1 , коли та подавався струм на стартер. При цьому спад напруги на АКБ становив:

$$\Delta U = U_0 - U_1 \quad (2)$$

Знаючи споживчий струм I_1 стартера визначався внутрішній опір АКБ з рівності:

$$R_{\text{вн}} = \frac{\Delta U}{I_1} \quad (3)$$

Результати експериментального дослідження наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Результати експериментальних досліджень

№ п/п	U_0	U_1	ΔU	$R_{\text{вн}}$
1.	13,5	11,8	1,7	0,017
2.	13,2	11,5	1,7	0,017
3.	12,9	11,0	1,9	0,019
4.	12,6	10,8	1,4	0,014
5.	12,8	11,1	1,7	0,017
Сер. знач.	13,0	10,84	1,7	0,017

Струм КЗ з використання виразу (1) для провідників бортової електромережі марки ПВ площею поперечного перерізу 1 мм^2 , $1,5 \text{ мм}^2$ та $2,5 \text{ мм}^2$ становитиме 59 А, 62 А та 65 А відповідно.

Література:

1. U.S. Fire Administration's (USFA) Topical Fire Report Series Volume 13, Issue 11 / January 2013.

2. Гудим В.І. Аналіз систем та агрегатів автотранспортних засобів за рівнем пожежної небезпеки / В.І. Гудим, А.Ф. Гаврилюк // Пожежна безпека : зб. наук. пр. – Львів : ЛДУБЖД, 2013. – №23. – С. 58-63.

3. Гудим В.І. Діагностика стану з'єднань в електричних мережах шляхом контролю перехідних опорів / В.І. Гудим, Г.П. Столярчук, Ю.І. Рудик // Пожежна безпека : зб. наук. пр. – Львів : ЛДУБЖД, 2005. – №6. – С. 142- 147.

УДК 504.4 «712»

КУРЕНІВСЬКА ТРАГЕДІЯ: ПЕРЕДУМОВИ, ПРИЧИНИ, НАСЛІДКИ ТА УРОКИ ДЛЯ СЬОГОДЕННЯ

Лобода Д.О., Сотничок О.С., студенти

Кондель В.М., канд. техн. наук, доцент

Полтавський національний педагогічний університет імені

В.Г. Короленка

13 березня 2018 року минає 57 років від трагічних подій в Києві, відомих як Куренівська трагедія, коли спроба перетворення Бабиного яру на корисну площу обернулася жахливою загибеллю людей.

У свій час існували різні плани облаштування Бабиного яру. У 1950 році постало питання звільнення кар'єрів Петровських цегельних заводів від невиробничих земляних порід. Розглядалися два варіанти – скидання їх у заплаву р. Дніпро та складування у відроги Бабиного яру. Останній являв собою рівчак довжиною 2,5 км і глибиною від 10 до 50 м. З огляду на економічну вигідність і більшу технологічну доступність був обраний другий варіант, хоча фахівці попереджали про можливі небезпечні наслідки цього рішення.

Процедура наміву Бабиного яру мала наступний вигляд. З кар'єрів Петровських цегельних заводів пульпа перекачувалася в яр по трубах довжиною 1,5-2,8 км (рис. 1). Технологія робіт передбачала вісім годин наміву яру, вісім годин відстоювання води і стільки ж часу на її відкачування. Для відведення технологічної води у р. Сирець на намитих ділянках було збудовано водовідвідні колодязі. Замив відрогів Бабиного яру проводився небездоганно, з грубими порушеннями технологічних вимог у частині водовідведення, що в підсумку призвело до жахливих наслідків.

В понеділок 13 березня 1961 року понад 600 тис. м³ намівної маси відходів цегельних заводів подібно лавині зійшли з Бабиного яру на житловий масив, виробничі приміщення і трамвайне депо ім. Красіна. Передані очевидцями подробиці приголомшують блискавичністю сходження пульпи та безпорадністю тих, хто в той трагічний ранок опинився у смертельній зоні: восьми-

жливо, через 25 років, у 26 квітня 1986 року вдалося б уникнути аварії на Чорнобильській атомній станції з надзвичайно важкими наслідками для України. Правильне розуміння цих уроків дозволить запобігти багатьом техногенним аваріям і катастрофам у майбутньому.

Література:

1. Куренівська трагедія 13 березня 1961 р. у Києві: причини, обставини, наслідки. Документи і матеріали / Редкол.: В.А. Смолій (відп. ред.), Г.В. Боряк, В.М. Даниленко (кер. кол. упоряд.) та ін. – К.: Інститут історії України НАНУ України, 2012. – 548 с.
2. Анісімов О. Л. Куренівський апокаліпсис: Київська трагедія 13 березня 1961 року в фотографіях, документах, спогадах.../ О. Л. Анісімов. – К.: Факт, 2000. – 90 с.

УДК 614.841

ОСНОВНІ ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ ПОЖЕЖ В ЕЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

Мазуренко М. П.

Назаровець О. Б., канд. техн. наук

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Із зростанням енергооснащеності будівель і споруд значною мірою збільшується їх пожежна небезпека під час експлуатації в них електроустановок. Порушення правил улаштування та експлуатації електрообладнання та побутових електроприладів щорічно стає причиною 18-24 % пожеж. Коротке замикання, перевантаження, великі перехідні опори, вибухи колб ламп розжарювання, замикання фазних провідників на заземлені конструкції, застосування у вибухо-, пожежонебезпечних зонах електроустановок та електроприладів (світильників, рубильників, розеток, вимикачів та ін.) без належного ступеня захисту - ось далеко не повний перелік пожежонебезпечних ситуацій, створюваних електричним струмом.

За даними масивів карток обліку пожеж, що надійшли від територіальних органів управління ДСНС України протягом 2017 року в Україні зареєстровано 83 116 пожеж.

Упродовж 2017 року зареєстровано збільшення кількості пожеж з причин порушення правил пожежної безпеки при влаштуванні та експлуатації електроустановок на 2,2 % (13056 пожеж проти 12777). Основними причинами виникнення пожеж залишаються необережне поводження з вогнем (71,2 %), порушення правил пожежної безпеки під час влаштування та експлуатації електроустановок (15,7 %) і порушення правил пожежної безпеки під час влаштування та експлуатації печей, теплогенеруючих агрегатів та установок (6,1 %). Зареєстровано збільшення кількості пожеж на транспорті на +4,8 % (4 212 проти 3702). Середній показник по Україні дорівнює 5,4 %. Основними причинами цих пожеж були: порушення правил пожежної безпеки при влаштуванні та експлуатації електроустановок – 2291 пожежа (57,0 % від загальної кількості пожеж на транспорті); підпали - 983 пожежі (24,5 %) та необережне поводження з вогнем – 247 пожеж (6,1 %).

З причини порушення правил пожежної безпеки при влаштуванні та експлуатації електроустановок загинуло 352 людини, що складає 19,4 % від загальної кількості загиблих на пожежах.

Найчастіше причиною пожежі стає коротке замикання в електричних установках. При короткому замиканні загальний опір електричного кола різко зменшується, що призводить до значного збільшення в ній струму. Для попередження пожеж і аварій від короткого замикання використовують запобіжники або автоматичні вимикачі.

Ще одним пожежонебезпечним явищем є перевантаження, при якому в електричній мережі, обмотках електричних машин, приладах і апаратах виникають струмові навантаження, що перевищують тривало допустимі.

Із закону Джоуля-Ленца відомо, що кількість тепла, що виділяється в провіднику електричним струмом, прямо пропорційно квадрату струму, опору провідника і часу проходження струму. Тому у разі перевищення тривало допустимих струмових навантажень відбувається перевантаження проводів; вони не встигають віддавати тепло, що виділяється збільшеним струмом, в навколишнє середовище. В результаті відбувається перегрів проводів, що призводить до руйнування ізоляції та її займання. Навіть незначні перевантаження становлять небезпеку, так як при цьому поступово руйнується ізоляція. Наприклад, при температурі понад 65 °С гумова ізоляція проводів висихає, втрачає еластичність, з часом у ній з'являються тріщини. Опір ізоляції різко знижується і виникає небезпека короткого замикання.

Великі перехідні опори утворюються в місцях з'єднання проводів (або кабелів) між собою, а також з контактними затискачами щитків, машин, приладів і апаратів. Найбільш характерна ознака утворення великих перехідних опорів - підвищений нагрів місць з'єднання проводів (кабелів) або контактів.

Іскріння та електричні дуги - поширені причини виникнення пожеж. Електрична дуга, має дуже високу температуру (1500-4000 °С) і може запалити будь-який горючий матеріал, безпосередньо контактуючи з ним. Крім того, при утворенні електричних іскор і дуг відбувається розбризування розплавлених частинок металу, які, потрапляючи на спалимі матеріали, можуть їх запалити.

Основними засобами захисту від пожеж в електроустановках є неухильне дотримання правил пожежної безпеки під час монтажу та експлуатації електроустановок. Постійно підвищувати рівень загальних правил пожежної безпеки, а працівникам більш глибоко ознайомлюватися з протипожежними заходами з урахуванням пожежонебезпечних особливостей виробництва.

Література:

1. Масив карток обліку пожеж http://undicz.dsns.gov.ua/files/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0/2017/AD_12_2017.pdf
2. <https://www.sop.com.ua/article/218-qqq-17-m3-01-03-2017-vimogi-rojejno-bezpeki-do-elektrostanovok>
3. І.В. Кочін, В.Є. Букін, О.М. Савчук Охорона праці та безпека життєдіяльності населення у надзвичайній ситуації – Київ, «Здоров'я», 2005. – 430 с.

УДК 614.842

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ СИСТЕМ ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ РОЗВИТКУ

Матвійв Ю.В., Гапончук М.І.

Кушнір А.П., канд. техн. наук, доцент

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Робота традиційних пожежних сповіщувачів (ПС) заснована на виявленні загоряння внаслідок попадання всередину них частинок диму, а також зміни температури. Ці принципи ефективні, але на жаль сповіщувач спрацьовує зі значною затримкою, якщо джерело загоряння знаходиться на значній відстані від нього. Є ще один принцип виявлення загоряння, на основі реєстрації електромагнітного випромінювання, що генерується як відкритим полум'ям, так і тліючим вогнищем. Це роблять ПС полум'я. Основними перевагами ПС полум'я є те, що вони характеризуються високою чутливістю і малою інерційністю порівняно з іншими типами сповіщувачів. Відстань від полум'я до ПС, висота, об'єм, форма приміщення, конструктивні особливості перекриття приміщення, тощо істотно не впливають на час виявлення пожежі. Основним обмеженням застосування ПС полум'я є наявність штучних і природних завад, здатних викликати спрацьовування сповіщувача без наявності полум'я.

Розвиток науки і техніки дозволив створювати інтелектуальні комбіновані ПС. Вони контролюють декілька ознак пожежі і дозволяють виявляти загоряння на ранній стадії її розвитку. Однак використання класичних ПС в СПС є найбільш ефективним тільки при застосуванні їх в єдиному комплексі. Тим часом, це може бути неприйнятним за рядом причин: великою вартістю обладнання, складністю, а інколи і неможливістю монтажу (наприклад, на об'єктах, які відносяться до культурної спадщини) та обслуговування, великою імовірністю помилкових спрацювань. Саме з цієї причини сьогодні розробляються протипожежні пристрої і системи на зовсім нових засадах.

Розробляються системи з використанням як тепловізорів (виявлення ділянок з високою температурою в інфрачервоному діапазоні), так і відеокамер, що працюють на основі відеоаналітики, які виявляють загоряння за зображенням камери, завдяки чому дальність роботи такої системи значно зростає. Однак, не зважаючи на тенденція зниження вартості тепловізорів, системи з їх використанням широкого впровадження не набули, оскільки вимагають їх додаткового встановлення. У той же час, в протипожежній відеоаналітиці можна використовувати ті ж самі відеокамери, що використовуються в звичайних системах відеоспостереження.

Відеоаналітика – це технологія, яка використовує методи комп'ютерного зору для автоматизованого отримання різних даних на підставі інтелектуального аналізу послідовності потоків відео, що надходять з

відеокамер в режимі реального часу, або з архівних записів і виконання тих, або інших дій за результатами такого аналізу. Відеоаналітика представляє собою програмне забезпечення для роботи з відеоконтентом.

Відеоаналітика характеризується трьома основними показниками: об'ємом даних; швидкістю передачі даних та різноманітністю типів даних. Аналітика отриманого відео веде до проблеми обробки великих масивів даних. Значна частина відеоданих (більше 99%) в системах відеонагляду не несе важливої інформації для користувачів. Інтелектуальна аналітика дозволяє значно зменшити кількість навантажень на систему за рахунок відбору відеоданих, які не несуть потрібної інформації.

Відеоаналітика для виявлення пожежі знаходиться на самому початку свого розвитку і поки не отримала широкого застосування. Сьогодні пропонується два способи реалізації протипожежної відеоаналітики. Це програмно-серверне рішення і камери з вбудованою відеоаналітикою. Перевагою серверного рішення є більш висока точність роботи алгоритмів і широка сумісність з камерами. Перевагами вбудованої відеоаналітики – висока відмовостійкість, компактність реалізації, потенційна можливість заміни традиційних ПС.

Сьогодні усе більше науковців намагаються розробити алгоритми і методи, які дозволять виявляти загоряння в потоці відео з високою точністю на ранній стадії. Алгоритм обробки зображення і розпізнавання об'єктів є досить складним. В основі відеоаналізу пожеж лежить процес розпізнавання загоряння. У зв'язку з тим, що ознаки пожежі нестатичні, розглянуті алгоритми розпізнавання загоряння ґрунтуються на порівнянні характеристик рухомих областей кадру з характерними для загоряння параметрами. Наприклад, алгоритм роботи, який включає комплексну перевірку кадрів, в яких ведеться колірний аналіз, аналіз форми і границь полум'я, обчислюється ступінь інтенсивності полум'я через площу його області щодо площі на інших ділянках зображення. Завдяки цьому система відеоспостереження може виявляти загоряння істотно швидше інших технічних рішень – час реакції на займання буде порядку декількох секунд.

Для побудови алгоритмів роботи інтелектуальної відеоаналітики використовують новітні розробки в теорії нечітких множин, які дозволили створювати системи відеоаналізу, а також варто згадати про використання згорткових нейронних мереж [1].

Література:

1. Максимів О.П. Каскадний метод детектування полум'я у відеопотоці з використанням глибоких згорткових нейронних мереж / Максимів О.П. // Науковий вісник НЛТУ України. – 2017. – Т.27. №9. – С.115-120.

УДК 614.841.48 + 656.085.5

КУТОВИЙ КОЕФІЦІЄНТ ВИПРОМІНЮВАННЯ ЯК СКЛАДНИК ЗАЛЕЖНОСТІ ВИПРОМІНЮВАННЯ ВІД ВЗАЄМНОГО РОЗМІЩЕННЯ ОБ'ЄКТІВ

Нагірняк Ю.М.

Домінік А.М., канд. техн. наук

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Впродовж останніх двох десятиліть прискорюється розвиток сучасних технологій виробництва, змінюються соціальні та економічні обставини, підвищується кількість та щільність людського населення, однак залишаються і виникають нові надзвичайні події, здебільшого пожежі, з новими факторами їх розвитку та поширення.

Незважаючи на руйнівні властивості горіння, пожежі характеризуються різними факторами, зокрема і фактором теплової дії. Саме тепловий вплив виступає невидимим ворогом на пожежах як для матеріальних цінностей, так і для здоров'я людей. У ході боротьби з пожежею тепловий фактор впливає найбільше на рятувальників та їх техніку, яка у зв'язку із досить близьким розміщенням до осередку, може стати другим джерелом небезпеки для вогнеборців.

Оскільки зі збільшення відстані від факела горіння теплове випромінювання розсіюється та послаблюється, найефективнішим та найменш затратним способом забезпечення безпечних умов при тепловій дії буде визначення безпечної відстані розташування техніки, при якій значення теплоти буде нижче критичного.

Як було сказано, одним із факторів небезпеки пожежі є тепловий вплив, що визначається на основі інтенсивності теплового потоку. Відповідно, тепловий потік ми визначаємо за допомогою формули, яка описує теплообмін випромінюванням між двома тілами у прозорому середовищі:

$$q = \varepsilon_{np} \cdot 5,67 \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \cdot \varphi_{1-2}, \quad (1)$$

де φ_{1-2} – кутовий коефіцієнт випромінювання, ε_{np} – узагальнений ступінь чорноти системи полум'я.

Ступінь чорноти тіла є одним зі складових топвого потоку. У законі Кірхгофа встановлено зв'язок між випромінювальною та поглинальною здатностями тіла та показано, що в разі термодинамічної рівноваги поглинальна здатність і ступінь чорноти дорівнюють одне одному:

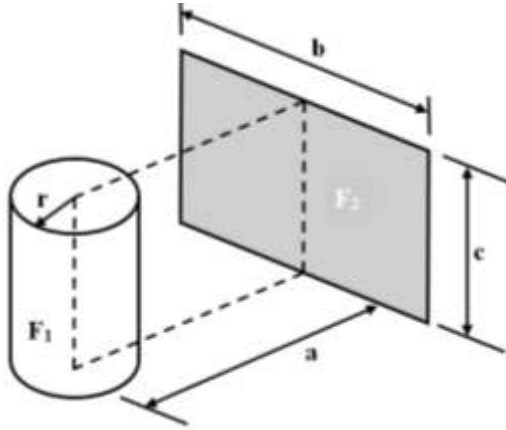


Рис. 1 – Схема взаємного розташування

$$\varepsilon_{np} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}, \quad (2)$$

Не менш важливим фактором у визначенні безпечної відстані і теплового впливу є кутковий коефіцієнт випромінювання системи полум'я. Однак можна стверджувати що він прямо пропорційно залежний від розміщення об'єктів між яким відбувається процес випромінювання. При паралельному розміщенні значення коефіцієнта визначатиметься за формулою, що набуває такого вигляду:

$$\varphi = \frac{2}{Y} \int_0^{\frac{Y}{2}} \left\{ \left[\frac{X}{X^2 + \beta^2} - \frac{X}{\pi(X^2 + \beta^2)} \times \left[\sec \frac{W}{V} - \frac{1}{2Z} \left(\sqrt{V^2 + 4Z^2} \sec \frac{W}{V\sqrt{X^2 + \beta^2}} \right) + W \operatorname{cosec} \left(\frac{1}{\sqrt{X^2 + \beta^2}} \right) - \frac{\pi V}{2} \right] \right] \right\} d\beta, \quad (4)$$

де $X = \frac{a}{r}$; $Y = \frac{b}{r}$; $Z = \frac{c}{r}$; $V = X^2 + Z^2 + \beta - 1$; $W = Z^2 - X^2 - \beta^2 + 1$

Отже, спираючись на дослідження, встановлено що тепловий потік залежить не тільки від коефіцієнта чорноти двох тіл, а й напряму від куткового коефіцієнту випромінювання та взаємного розміщення двох об'єктів. Густина теплового потоку, у свою чергу, залежить від геометричних розмірів та температури полум'я і техніки.

В результаті дослідження запропоновано мінімальну безпечну відстань на якій може перебувати аварійно-рятувальний автомобіль при горінні різних матеріалів

Література:

1. Домінік А.М. Вогнестійкість циліндричної колони в умовах пожежі / А.М. Домінік, В.М. Байтала, М.М. Семерак, В.В. Чернецький / ЛДУБЖД: Зб. наук. праць. – Львів: ЛДУ БЖД, 2013. – №. 23. – С. 76-80.
2. Семерак М. М. Математичне моделювання та дослідження величини теплового потоку факела пожежі / М. М. Семерак, А. М. Домінік, К. І. Мигаленко, Д. В. Руденко / Вісник ЛДУБЖД: Зб. наук. праць. – Львів: ЛДУ БЖД, 2013. – №. 7. – С. 225-230.
3. Уонг Х. Основные формулы и данные по теплообмену для инженеров: Пер. с англ. / Справочник. – М.: Атомиздат, 1979. – 216 с.

УДК 658.512.2

**ОБЛАШТУВАННЯ СПУСКОВОЇ ТРУБИ В ПОЖЕЖНИХ
ЧАСТИНАХ ОБ'ЄДНАНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД***Небелюк В.І.***Мартин Є. В., д-р техн. наук, професор
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Особовий склад пожежних команд добровільної пожежної охорони об'єднаних територіальних громад може розміщуватися не тільки в окремій пожежній частині, а в будівлях іншого призначення суміжно з різними організаціями. Перебування людей можливе не лише на першому поверсі. Існують випадки, коли доцільно і економічно вигідніше розмістити пожежників на другому поверсі і вище та облаштувати для них спусковий пристрій, ніж переносити дороге обладнання різних організацій та підприємств, або переміщення такого обладнання неможливе, бо призведе до порушення технологічного процесу [1]. Для забезпечення швидкого прибуття особового складу з кімнати відпочинку до гаража або до входу в нього рекомендуємо обладувати пускову трубу як закриту конструкцію з похилою поверхнею ковзання, всередині якої здійснюватиметься рух пожежника добровільної пожежної охорони. Спускова труба дозволяє спуститись пожежникові з будь-якого поверху швидко і без зайвих навантажень на організм, оминаючи такі перешкоди як двері та сходи, що дозволяє зекономити час та зменшити ризик травмування під час руху особового складу приміщеннями будівлі [2].

Для спуску з другого поверху та вищих труб можна надати різну форму. Вона може бути будь-як вигнутою. При спуску з третього і вищих поверхів рекомендуємо використовувати спіральну спускову трубу: така форма дозволить зменшити швидкість руху по ній і уникнути зайвих навантажень на організм. Цього можна досягти завдяки збірній конструкції. Форму труби та радіус вигину доцільно обирати відповідно до специфіки розміщення приміщень та особливостей будівлі.

Можна виділити декілька способів облаштування спускової труби з урахуванням вимог технічної естетики і вимог безпеки:

1. Коли приміщення, в якому перебуває особовий склад, знаходиться одразу над гаражем в тій же будівлі спускова труба розміщується всередині будівлі;

2. З кімнати відпочинку, що знаходиться вище другого поверху можна організувати спуск в двір близько до входу в гараж. Такий спосіб доцільно використовувати в випадках, коли гараж є сусідньою будівлею та коли спускову трубу неможливо або недоцільно будувати всередині будівлі через недопустимість перетинання нею деяких нижчих поверхів або через її форму.

3. Спускова труба дозволить потрапити з однієї будівлі всередину іншої. Така конструкція доцільна у випадку, коли особовий склад перебуває вище другого поверху в одній будівлі, а гараж розміщено інший, вхід до якого облаштовано незручно. Відстань між будівлями має бути невеликою.

Збірні частини спускової труби рекомендуємо виготовляти зі сталі або міцного пластику, стійких до дії зовнішніх чинників. Труба має витримувати великі навантаження та мати гладку поверхню ковзання. Її доцільно зробити 1,5 метра в діаметрі для того, щоб у пожежників міцної статури не виникало проблем з просуванням по даній конструкції. Спускатися краще в робочій формі або закритому одязі, щоб уникнути поранень шкіри внаслідок тертя об стінки спускової труби.

Доцільно передбачити механізми всередині спускової труби, що дозволять уникнути проникнення відпрацьованих газів пожежних автомобілів та низьких температур до кімнати відпочинку особового складу добровільної пожежної охорони. Рекомендуємо виготовити двостулковий або тристулковий клапан з еластичного синтетичного матеріалу, подібний до клапанів серця людини (рис.1) та розмістити його вверху труби. Такий матеріал має бути одночасно щільним і не пропускати газів, пружним, м'яким, легко відкриватиметься під дією ваги пожежника, не завдавати йому ушкоджень та самостійно закриватися після припинення дії сили на нього.

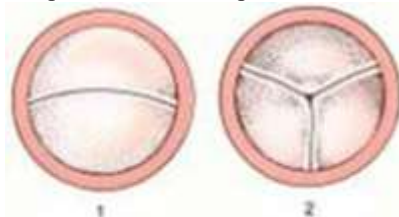


Рис. 1. Клапани: 1 - двостулковий, 2 – тристулковий.

Література:

1. Небелюк В.І., Мартин Є.В. Організація діяльності добровільної пожежної охорони відповідно до ергономічних вимог. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2016. – Вип.6. Том 2. С.78-87.

2. Небелюк В.І., Мартин Є.В. Дослідження ергономічних чинників діяльності оперативно-рятувальних підрозділів. Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності. Зб. тез доп. XII Міжн. наук.-практ. конф. молодих вчених, курсантів та студентів. – Л.: ЛДУБЖД, 2017. – С.136-137.

УДК 614.841.3

**АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ
СТРУКТУРИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТІВ**

В.В. Ніжник, канд. техн. наук, ст. наук. співр.,
О.О. Сізіков, канд. техн. наук, ст. наук. співр., **Н.М. Довгошеєва**,
С.Ю. Голікова, **Я.В. Балло**, канд. техн. наук
Український науково-дослідний інститут цивільного захисту

На сучасному етапі Євроінтеграції в сфері стандартизації вирішуються проблеми щодо перегляду або скасування міжнародних стандартів, розроблених до 1992 року. Відповідно до [1-3] було прийнято рішення щодо скасування основоположного стандарту [4], який регламентує загальні вимоги до пожежної безпеки об'єкта захисту, які забезпечуються системами попередження пожежі та протипожежного захисту, а також організаційно-технічними заходами.

Актуальність цієї роботи зумовлена тим, що в результаті її виконання, з урахуванням вимог діючого [4], національних та європейських стандартів, обґрунтовані загальні, концептуальні вимоги пожежної безпеки до об'єктів захисту, а також розрахункові методи визначення рівня пожежної безпеки людей, індивідуального пожежного ризику та визначення ймовірності виникнення пожежі на об'єкті, вимоги пожежної безпеки по суміщеному зберіганню речовин і матеріалів.

Метою цього дослідження є удосконалення систем забезпечення пожежної безпеки об'єктів різного призначення шляхом удосконалення та обґрунтування загальних вимог пожежної безпеки, направлених на досягнення прийнятних рівнів ризиків виникнення пожеж.

В результаті проведених досліджень удосконалено структуру системи забезпечення пожежної безпеки об'єктів, яка окрім системи запобігання пожежі та комплексу протипожежного захисту включає систему управління пожежною безпекою, що відповідає європейським підходам та є основною суттєвою особливістю удосконалення цієї структури, яка наведена на рисунку 1. При цьому, слід відзначити, що саме ефективний управлінський вплив цієї системи за допомогою управлінських рішень суб'єктів управління дозволить ефективно реалізовувати на об'єктах технічні вимоги системи запобігання пожежі та комплексу протипожежного захисту.

В ході проведених досліджень запропоновано оцінювання рівня пожежної небезпеки людей здійснювати на основі ризик-орієнтованого підходу шляхом визначення за методикою розробленою в роботі [5] індивідуального пожежного ризику, значення якого не повинно перевищувати 10^{-5} згідно із розпорядженням Кабінету Міністрів України [6].

Особливістю методу визначення рівня пожежної небезпеки людей або індивідуального пожежного ризику у проекті стандарту, у порівнянні з [4] є те що, окрім інтегральної моделі, метод доповнено згідно [5] і [7] зонними та польовими моделями для оцінки руху людських потоків та часу настання критичних значень для життя людини від небезпечних чинників пожежі.

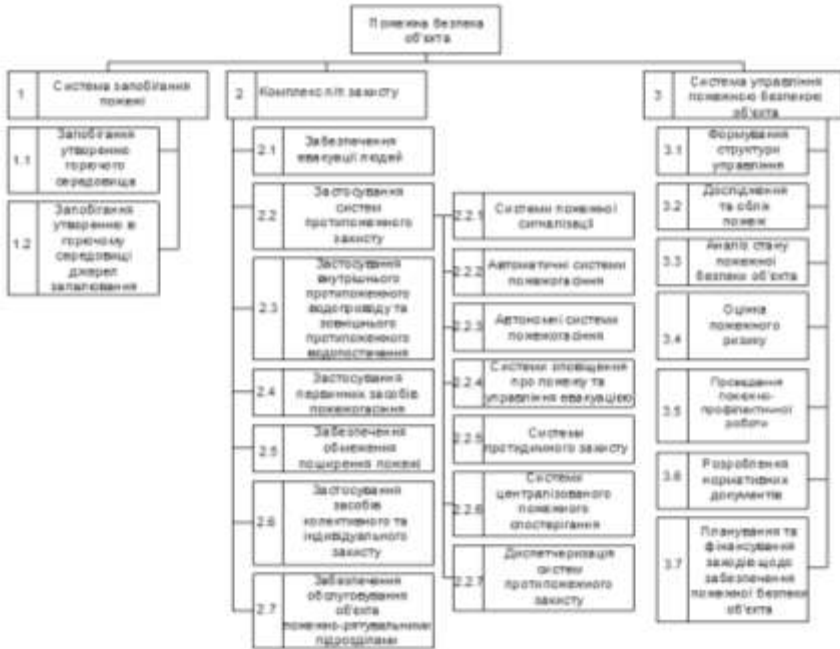


Рисунок 1 – Удосконалена структура систем забезпечення пожежної безпеки

Розроблені концептуальні вимоги до системи управління пожежною безпекою об'єкта. Зокрема ця система повинна відповідати таким основним принципам як: системність, інформованість, адекватність, відповідальність. Визначено, що функціонування системи управління пожежною безпекою об'єкта забезпечується, з урахуванням [8], за рахунок: формування структури управління; досліджень та обліку пожежі; аналізу пожежної безпеки об'єкта; оцінки пожежного ризику; проведення пожежно-профілактичної роботи; розроблення розпорядчих та відомчих нормативних документів з питань пожежної безпеки; планування та фінансування заходів щодо забезпечення пожежної безпеки об'єктів.

В результаті проведених досліджень розроблено проект національного стандарту ДСТУ Пожежна безпека. Загальні положення на заміну [4].

Література:

1. Постанова Кабінету Міністрів України від 09.12.2014 № 695 «Про затвердження Програми діяльності Кабінету Міністрів України» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.rada.gov.ua/>
2. Постанова Верховної Ради України від 11.12.2014 № 26-VIII «Про Програму діяльності Кабінету Міністрів України» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.rada.gov.ua/>.
3. Наказ ДП «УкрНДНЦ» від 14.12.2015 № 184 «Про скасування національних стандартів, які розроблені на основі міждержавних стандартів, що розроблені до 1992 року та міждержавних стандартів в Україні, що розроблені до 1992 року». [Електронний ресурс] // Офіційний веб-сайт Українського агентства зі стандартизації : <http://ukrmdnc.org.ua/>.
4. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Основные положения. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1996. – 86 с.
5. Звіт про науково-дослідну роботу Провести дослідження з оцінювання пожежних ризиків. – К.: УкрНДЦЗ, 2014. – 754 с.
6. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 22 січня 2014 р. № 37-р. «Про схвалення Концепції управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.rada.gov.ua/>.
7. Приказ МЧС РФ від 30 червня 2009 року № 382, зареєстрований в Міністерстві юстиції Росії 6 серпня 2009 р. № 14486 «Об утверждении методики определения расчётных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности». [Електронний ресурс]: <http://www.mchs.gov.ru/law/>.
8. СТО РЖД 1.15.009-2014 Система управления пожарной безопасностью в ОАО «РЖД». Основные положения. – М.: ОАО «РЖД», 2014. – 23 с.

УДК 614.48

**МОДИФІКУВАННЯ ДЕРЕВИНИ ПОЛІМЕРНИМИ РЕЧОВИНАМИ
З МЕТОЮ УДОСКОНАЛЕННЯ ЇЇ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ
ВЛАСТИВОСТЕЙ**

Ножко І. О., Володіна В. В.

Магльована Т. В., канд. хім. наук., доцент

**Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ
України**

Деревина природний полімер, що володіє унікальними властивостями завдяки яким широко використовується в різних галузях народного господарства. Але деревині, як конструкційному матеріалу, притаманні певні недоліки: горючість та враження грибками і комахами. Тому захист деревини, як целюлозовмісного матеріалу, має бути спрямований на обробку її відповідними хімічними речовинами - антипіренами і антисептиками або речовинами які одночасно проявляють властивості і антипіренів, і антисептиків [1-2].

З метою удосконалення фізико – хімічних властивостей деревини та для забезпечення надійного захисту її від гниття, горіння, розтріскування, розбухання і дії хімічно агресивних середовищ, останнім часом, посилюється інтерес до процесів хімічного модифікування деревини [2-4].

До складу засобів для модифікування деревини, з метою зменшення її горючості, часто входять речовини I, II, III класів токсичності. Дані речовини є високо небезпечними, крім того деякі з них володіють мутагенними властивостями. Наявність високонебезпечних хімічних речовин зменшує перспективу їхнього використання для вогне – та біозахисту деревини.

Виходячи з теорії побудови твердого тіла, поверхня деревини побудована з аніоноактивних макромолекул і буде мати негативний заряд. Таким чином, до такої поверхні спорідненими будуть матеріали, які мають позитивний заряд, тобто катіоноактивні макромолекули. На наш погляд вирішення питання стосовно вогне- та біозахисту деревини можливо за рахунок використання катіонних полімерних речовин IV класу токсичності з гуанідиноювою структурою, що одночасно проявляють властивості антипіренів та біоцидних препаратів.

На наш погляд вирішити питання, пов'язані із вдосконаленням технологій вогнезахисту целюлозовмісних матеріалів можна із використанням солей полігексаметиленгуанідину, що відноситься до обмеженого кола біоцидних препаратів, які можуть одночасно діяти як на аеробну, так і на анаеробну мікрофлору. Йому властива протимікробна, противірусна, протигрибкова, інсектицидна та альгіцидна дія. Полімер добре зберігається в часі – не деструктує, його розчини не мають запаху та кольору, не агресивні по відношенню до матеріалів різної природи [5].

Метою нашої роботи було вивчення адсорбційних властивостей полімерного антисептика полігексаметиленгуанідин фосфату (ПГМГФ) різної молекулярної маси на поверхні деревини. Аналіз ізотерм адсорбції ПГМГФ на поверхні досліджуваних зразків деревини дозволяє припустити про ная-

вність хімічної взаємодії (разом з фізичною) між речовиною і деревиною, оскільки криві ізотерм адсорбції мають вигляд опуклих кривих, що круто піднімаються вгору та мають багат шаровий механізм адсорбції з утворенням кластерів на поверхні досліджуваних зразків деревини.

Дослідження складу комплексів утворених на поверхні деревини, проводили методом інфрачервоної спектроскопії з Фур'є перетворенням, що включає не просто суму смуг поглинання окремих компонентів целюлозовмісних матеріалів, а включає смуги, що характеризують зв'язки між молекулами целюлози, геміцелюлози та лігніну. Показано, що модифікація деревини фосфоровмісними полімерами гуанідинового ряду дозволяє задіяти в багат шаровий процес адсорбції гідроксильні групи целюлози і лігніну, що обмежує сегментальну рухливість макромолекул і сприяє посиленню міжмолекулярної взаємодії, внаслідок більш щільної упаковки ланцюгів. Останнє є бажаним, оскільки сприяє підвищенню термостійкості матеріалу.

Література:

1. Базарнова Н. Г. Химическое модифицирование древесины / Н. Г. Базарнова, И. Б. Катраков, В. И. Маркин // Рос. хим. ж. – 2004. – № 1 (38). – С. 108–115.
2. Шамаев В. А. Модифицирование древесины: Монография / В. А. Шамаев, Н. С. Никулина, И. Н. Медведев // – М. : ФЛИНТА, 2013. –448 с.
3. Корольченко А. Я. Огнезащита древесины. Современные подходы. /А. Я. Корольченко, Е. А. Петрова // Рос. хим. ж. – 2003. – № 4 (27) – С. 88–99.
4. Екологічні аспекти використання гуанідинових полімерів в умовах надзвичайних ситуацій/ Т.В. Магльована, Т.Ю. Нижник, С.В. Жартовський/ [Монографія] — Черкаси: ЧПБ НУЦЗУ: 2016.–207с.
5. Гембицкий П.А. Полимерный биоцидный препарат полигексаметиленгуанидин / П. А. Гембицкий, И. И. Воинцева // Запорожье, 1998. 44с.

УДК 621.86:62-83:621.313.2

ВИБІР СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ДЛЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ПОВОРОТОМ ЛЮЛЬКИ ПОЖЕЖНОГО АВТОПЦІЙМАЧА

П'янковський Р.О.

Кушнір А.П., канд. техн. наук, доцент

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

До механізму повороту платформи ставлять вимоги забезпечення плавності розгону, гальмування та реверсу виконавчого двигуна, відпрацювання дій оператора тощо. Наявність редуктора в механізмі привода повороту призводить до утворення люфтів і, як наслідок, до виникнення динамічних ударів під час пуску, зупинки чи дії навантаження на опорно-

поворотний механізм. Враховуючи вищесказане, запропоновано замінити редукторну механічну систему повороту на безредукторну з використанням електричного моментного вентиляного двигуна (МВД) [1]. В такому механізмі повороту вал МВД з'єднується безпосередньо з валом об'єкта керування без додаткових механічних зв'язків. Вказані МВД мають "плоску" вбудовувану конструкцію, діаметром біля 2,5 м, діаметр вала біля 1,2 м.

Задача синтезуючих системам автоматичного керування (САК) зводиться до вибору типового регулятора, який забезпечує заданий закон керування. Налаштування параметрів регулятора відбувається у відповідності з динамічними характеристиками об'єкта. Стріла підйомного механізму не є абсолютно жорсткою. Тому при переміщенні люльки виникають пружні коливання і це необхідно враховувати під час синтезу САК.

Поряд із головною координатою керування (кута повороту люльки) такого об'єкта є ще інші координати керування. Ці координати називаються проміжними. Для нашої САК це: кутова швидкість обертання платформи $\omega_1(p)$, люльки $\omega_2(p)$, момент пружної деформації стріли $M_{12}(p)$ і кут повороту люльки $\phi_l(p)$. Якщо їх залучити до побудови структурної схеми САК, то можна отримати дві системи. Одна – це система підпорядкованого регулювання (СПР), коли для кожної координати реалізований принцип послідовної корекції. Друга – це система модального регулювання (СМР), коли для кожної координати реалізований принцип паралельної корекції. Структурна схема СПР повороту люльки побудовано як триконтурну СПР з контурами регулювання швидкостей обертання платформи, люльки і кута повороту люльки, показано на рис. 1 (де $W_{pn}(p)$, $W_{pml}(p)$, $W_{pm2}(p)$ – передавальні функції регуляторів положення люльки, кутової швидкості двигуна і люльки відповідно; J_1 , J_2 – сумарні моменти інерції першої та другої мас; M_l – момент, що діє зі сторони двигуна; C_{12} – коефіцієнт пружності деформації згину; b_{12} – коефіцієнт внутрішнього в'язкого тертя у пружній стрілі; p – оператор Лапласа; T_u – мала некомпенсована стала часу; $K_{ел.з}$ – коефіцієнт підсилення електричного приводу).

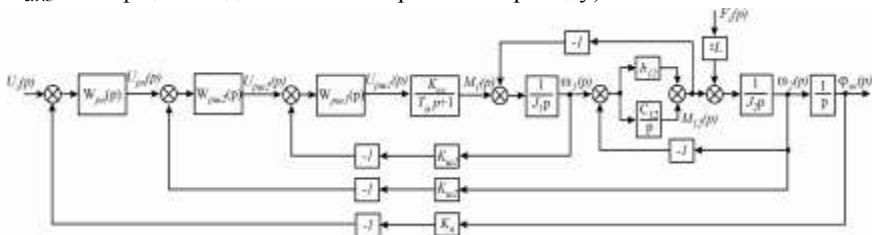


Рисунок 1 – Структурна схема двомасової позиційної СПР поворотом люльки.

Завданням кожного регулятора в такій САК є забезпечення бажаних динамічних характеристик своєї координати керування. Вихідний сигнал регулятора є задаючим впливом для контура, який охоплений зворотним зв'язком за координатою. В цьому полягає підпорядкованість внутрішнього контура зовнішньому. Звідси й походить назва СПР.

Для випадку використання принципу паралельної корекції кожної координати при побудові САК, отримуємо структурну схему СМР, яка показана на рис. 2.

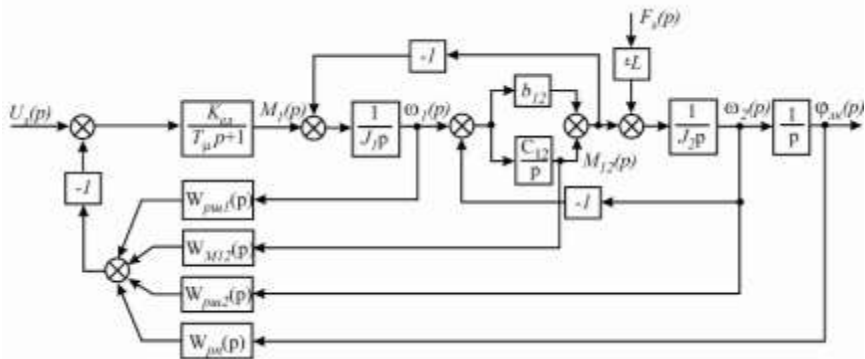


Рисунок 2 – Структурна схема двомасової позиційної СМР поворотом люльки

Завданням кожного регулятора в такій САК є забезпечення бажаних динамічних характеристик вихідної координати керування $\varphi_{лв}(p)$. Регулювати проміжні координати в даній САК немає можливості. Про їх величину можна сказати лише після дослідження на математичних моделях і вони можуть виходити за допустимі межі. Така САК не дозволяє обмежувати проміжні координати, що може призвести до виходу з ладу поворотного механізму. Тому для забезпечення бажаних динамічних характеристик кута повороту люльки вибираємо СПР. Крім того, дана САК дозволяє обмежувати проміжні координати регулювання.

Література

1. Кушнір А.П. Вентильний електропривод механізму повороту платформи пожежного автопідйомника / Кушнір А.П., Марушак Я.Ю., Оксентюк В.М. // Пожежна безпека: Зб. наук. праць. – Львів: ЛДУ БЖД, 2014. – №24. – С.103-110.

УДК 628.477

**ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ У НАСЕЛЕНИХ
ПУНКТАХ ШЛЯХОМ ЗНИЖЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ
АВТОТРАНСПОРТНИМИ ЗАСОБАМИ**

В.М. Стаднік, А.П. Ганич

С.М.Черненко Р.А. Гольонко

*Кременчуцький національний університет ім. Михайла Остроградського,
Чернівецький факультет Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»*

Експлуатація автомобілів негативно впливає на навколишнє середовище, оскільки автотранспортні потоки забруднюють приземний шар атмосфери відпрацьованими газами двигунів автомобілів, продуктами зносу гальмівних механізмів, автомобільних шин і дорожнього покриття. Об'єми і токсичність викидів шкідливих речовин визначаються інтенсивністю, швидкістю і складом автотранспортного потоку, вплив яких дотеперішнього часу недостатньо вивчено. Метою роботи є підвищення рівня техногенної безпеки автотранспортних засобів шляхом зменшення забруднення атмосфери дисперсними частинками.

На підставі проведеного аналізу літературних джерел був складений алгоритм комплексної методики оцінки рівня техногенної безпеки автотранспортних засобів в результаті забруднення повітря дисперсними частинками.

Результати, отримані за розробленою методикою, показали, що максимальний викид частинок відбувається з ВГ ДВЗ – 77,5%, викиди частинок від зношування дорожнього покриття складає 21,9%, викиди частинок від зношування шин різноманітних ТЗ складає 0,6%, викиди дисперсних частинок від зношування гальмівних механізмів незначні та не перевищують норми викидів. У таблиці 1 приведено порівняння норм викидів з розрахунковими.

Таблиця 1

Порівняння норм викидів з розрахунковими.

Тип АТЗ	Норми викидів г/км			Розрахункові викиди г/км			Перевищення норм		
	ВГ	Дорожнє покриття	Знос шин	ВГ	Дорожнє покриття	Знос шин	ВГ	Дорожнє покриття	Знос шин
Легковий автомобіль	0,005	0,005	0,005	0,585	0,028	0,000004	117	6	-
Легка вантажівка	0,005	0,005	0,005	1,463	0,125	0,00019	293	25	-
Середні та великі вантажівки	0,005	0,01	0,01	6,365	3,221	0,091	1273	322	9

Також були проведені експериментальні дослідження з впливу біодизеля та бінарних сумішей біодизеля з традиційним дизельним паливом на викиди дисперсних частинок з відпрацьованими газами. Середня димність

на всіх режимах складає: для ДП 25%, для Б100 18%, для Б50 17%. Отже при роботі двигуна на біодизельному паливі зменшення викидів дисперсних частинок сажі порівняно з ДП у середньому складає 29%, суміш Б50 дає таке зменшення порівняно з ДП 30%.

Проведені експериментальні дослідження свідчать про те, що шляхами зменшення викидів дисперсних частинок дизельним двигуном є встановлення каталітичного нейтралізатора, який разом зі зниженням концентрацій СО та вуглеводнів знижує і викиди сажі, і застосування в якості палива біодизеля з ріпакової олії або сумішей ДП з БП.

Література:

1. Канило П.М. Автомобиль и окружающая среда. / П.М. Канило, И.С. Бей, О.И. Ровенский – Х.: Прапор, 2000. – 304 с.
2. Автомобильный транспорт и защита окружающей среды / Малов Р.В., Ерохов В.И., Щетина В.А., Беляев В.Б. – М.: Транспорт, 1982. – 200 с.
3. Рамочный план организации мониторинга взвешенных частиц в атмосфере в странах Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии. Чичерин С., ВОЗ, Европейский центр по окружающей среде и охране здоровья, Бонн, 2006 г. С.8 – 10.

УДК 614.841.33

РОЗРАХУНОК НЕСТАЦІОНАРНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ВСЕРЕДИНИ ЗАХИСНОЇ СТІНКИ В УМОВАХ СКЛАДНОЇ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ

Судніцин Ю.Т.

Лозинський Р.Я.

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності.

При проектуванні захисних конструкцій будівель доцільно знати розподіл температур всередині захисних стін у випадку виникнення пожежі. Тому проведення відповідних розрахунків залишається актуальним.

Розіб'ємо бетонну перегородку на n шарів малої товщини. В кожному шарі його фізичні параметри та температура в заданий момент часу вважається незмінними. Також час горіння розіб'ємо на m рівних частин, в межах якого температуру та фізичні властивості перегородки вважаємо незмінними.

Таким чином, температура в стінці задається двома параметрами – положенням шару перегородки (індекс i) та моменту часу горіння (індекс k).

Розглянемо процес передачі тепла для зовнішнього шару стінки, що контактує з навколишнім середовищем, де відбувається пожежа.

Кількість теплоти, що передана стінці шляхом конвекції, визначається за допомогою закону Ньютона-Ріхмана:

$$Q_k = \alpha_1 (T_r - T_{0,k-1}) \Delta y \Delta z \Delta t \quad (1)$$

де α_1 – коефіцієнт теплообміну між продуктами горіння та нагріваючою поверхнею, який залежить від часу горіння; T_r – температура продуктів згоряння, яка залежить від часу горіння; $T_{0,k-1}$ – температура нагріваючої поверхні в момент часу τ_{k-1} ; Δt – елемент часу; $\Delta y \Delta z$ – елемент площі тепловіддачі.

Кількість теплоти, що передана тонким шаром (з індексом 0) зовнішньої бетонної стінки наступним за ним бетонним шаром (з індексом 1) шляхом теплопровідності, може бути розрахована за законом Фур'є:

$$Q_T = \lambda(T_{0,k-1}) \frac{T_{0,k-1} - T_{1,k-1}}{\Delta x} \Delta y \Delta z \Delta t \quad (2)$$

де $\lambda(T_{0,k-1})$ – коефіцієнт теплопровідності зовнішнього шару стінки при температурі зовнішнього шару стінки в момент часу τ_{k-1} ; Δx – товщина шару стінки.

Зміна внутрішньої енергії тонкого шару товщиною Δx може бути розрахована за допомогою формули:

$$\Delta U = C(T_{0,k-1}) \rho (T_{0,k} - T_{0,k-1}) \Delta x \Delta y \Delta z \quad (3)$$

де $C(T_{0,k-1})$ – теплоємність зовнішнього шару стінки при температурі зовнішнього шару в момент часу τ_{k-1} ; ρ – густина матеріалу стінки.

Враховуючи, що $Q_k - Q_t = \Delta U$, скоротимо рівняння (3) на $\Delta y \Delta z$ та розв'язуючи його стосовно $T_{0,k}$, отримаємо:

$$T_{0,k} = T_{0,k-1} + \frac{\alpha_1}{C(T_{0,k-1})} \left(\frac{\Delta \tau}{\Delta x} \right) (T_r - T_{0,k-1}) - \frac{\lambda(T_{0,k-1})}{C(T_{0,k-1}) \rho (\Delta x)^2} \Delta \tau (T_{0,k-1} - T_{1,k-1}) \quad (4)$$

Дана задача належить до типу задач нестационарної теплопровідності. Диференціальне рівняння нестационарної теплопровідності має вигляд:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = \alpha \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right), \quad (5)$$

де $\alpha = \frac{\lambda(T)}{C(T) \cdot \rho}$ – коефіцієнт температуропровідності,

Оскільки стінка плоска, то задача перетворюється в одновимірну:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}. \quad (6)$$

Похідна за часом від температури для i -го шару стінки має вигляд:

$$\frac{\Delta T}{\Delta \tau} = \frac{T_{i,k} - T_{i,k-1}}{\Delta \tau} \quad (7)$$

Рівняння (6), з врахуванням виразу (7), розв'язуємо стосовно температури $T_{i,k}$:

$$T_{i,k} = T_{i,k-1} + \frac{T_{i,k} - T_{i,k-1}}{\Delta \tau} = \frac{\lambda(T_{i,k})}{C(T_{i,k}) \rho \Delta x^2} (T_{i+1,k-1} - 2T_{i,k-1} + T_{i-1,k-1}) \quad (8)$$

А тепер розглянемо передачу тепла в зовнішньому шарі стінки, що межує з навколишнім середовищем.

Кількість теплоти, переданої останньому шару стінки шляхом теплопровідності, визначається за законом Фур'є:

$$Q_T = \lambda(T_{n,k-1}) \frac{T_{n-1,k-1} - T_{n,k-1}}{\Delta x} \Delta y \Delta z \Delta t \quad (9)$$

де $\lambda(T_{n,k-1})$ – коефіцієнт теплопровідності зовнішнього шару стінки при температурі зовнішнього шару стінки в момент часу τ_{k-1} .

Кількість теплоти, яка віддана зовнішнім шаром навколишньому середовищу шляхом конвекції, може бути розрахована за законом Ньютона-Ріхмана:

$$Q_k = \alpha_2(T_{n,k-1} - T_0)\Delta y\Delta z\Delta \tau \quad (10)$$

де α_2 – коефіцієнт теплообміну між поверхнею стінки та навколишнім середовищем, який залежить від температури стінки та навколишнього середовища; T_0 – температура навколишнього середовища.

Зміна внутрішньої енергії зовнішнього шару стінки може бути розрахована за допомогою формули:

$$\Delta U = C(T_{n,k-1})\rho(T_{n,k} - T_{n,k-1})\Delta x\Delta y\Delta z \quad (11)$$

де $C(T_{n,k-1})$ – питома масова теплоємність зовнішнього шару стінки при температурі зовнішнього шару в момент часу τ_{k-1} ; ρ – густина матеріалу стінки.

Враховуючи, що $Q_t - Q_k = \Delta U$ та виконавши скорочення на величину елемента площі $\Delta y\Delta z$, а також розв'язуючи рівняння стосовно температури $T_{n,k}$, отримаємо:

$$T_{n,k} = T_{n,k-1} + \frac{\lambda(T_{n,k-1})}{C(T_{n,k-1})\rho} \frac{\Delta \tau}{(\Delta x)^2} (T_{n-1,k-1} - T_{n,k-1}) - \frac{\alpha_2}{C(T_{n,k-1})} \frac{\Delta \tau}{\Delta x} (T_{n,k-1} - T_0) \quad (12)$$

Таким чином, отримано три рівняння (4), (8), (12) за допомогою яких можна розрахувати температуру у стінці в будь-який момент часу. Для проведення відповідного розрахунку створена відповідна програма, яка в середовищі програмування MathCad 14 дозволяє швидко і з високою точністю виконати розрахунок температур.

Література:

1. Астапенко В.М., Кошмаров Ю.А., Молчадський І.С. Термогазодинаміка пожег в приміщеннях – М.:Стройиздат, 1988. – 488 с.
2. Самарский А.А., Вабищевич П.Н. Вычислительная теплопередача: - М.: Едиториал УРСС, 2003. – 784 с.
3. Величко Л.Д., Лозинський Р.Я., Семерак М.М. Термодинаміка та теплопередача в пожежній справі.: – Львів: Видавництво «СПОЛОМ», 2011. – 504 с.
4. Романенко П.Н., Бубырь Н.Ф., Башкирцев М.П. Теплопередача в пожарном деле. – М.: ВШ МВД СССР, 1969. – 425 с.
5. Глущенко Л.Ф., Маторин А.С., Лисицкий Н.Ф. Теплотехника в строительстве и строительном производстве. – К.: Высшая школа, 1991. – 295 с.

УДК 629.423.31

ДО ПИТАННЯ ТЕНДЕНЦІЙ СУЧАСНИХ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

Тимошенко Ю. С.

Гаврилюк А. Ф., канд. техн. наук.

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Сьогодні важливою складовою екології є проблема екологічної безпеки автотранспорту, гострота і значимість якої щорічно зростає разом з ростом кількості автомобілів. Транспорт забруднює біосферу продуктами згоряння пального, є джерелом викидів в навколишнє середовище складної суміші хімічних сполук, склад яких залежить від типу двигуна, виду палива, умов експлуатації автомобіля. Все це призвело до необхідності створення та вдосконалення нових автомобілів, які в першу чергу будуть більш екологічно безпечними. І саме таким став електромобіль.

У 1998 році Каліфорнійський Комітет Повітряних Ресурсів (CARB) прийняв рішення, в якому говорилося про обсяг автомобілів, які продалися з нульовим вихлопом. У тому ж 1998 році, цей показник становив 2%, а до 2003 року вже 10%. Про перехід на електромобілі в період 2015 - 2020 рр. оголосили уряди країн Євросоюзу і підкріпили це рішення солідним штрафом за перевищення вихлопів CO₂ від нових автомобілів, вироблених в ЄС в 2015 році. Норми вихлопів становлять 130 г/км, а до 2020 – 95 г/км [1].

Згідно з дослідженням Британської аналітичної фірми JATO Dynamics лідери електромобілів є наступні: п'яте місце займає Tesla Model X (США), вартість якого складає від 132 тис. дол. США. Основна перевага Tesla Model X – значний запас ходу. На одному заряді батареї електромобіль може проїхати до 500 кілометрів; четверте місце займає Renault Zoe (Франція). Zoe - це хороше поєднання продуктивності, функціональності і комфорту. Запас ходу електромобіля – 400 км; третє місце посідає Tesla Model S (США). Версія Model S, вартість якого стартує від 65 тис. дол. США, може проїхати без підзарядки більше 500 км; друге місце посідає Nissan Leaf (Японія); лідером являється BAIC EC180. Батарея BAIC становить 20 кВт, а ціна - 20 тис. дол. США, пробіг без підзарядки: 156 км [2, 4].

За даними аналітичної групи Corestone Corp., Україна увійшла у топ-5 країн за динамікою розвитку ринку електрокарів, поступившись Китаю, Норвегії, Швеції та Ісландії й лишивши позаду США, Японію, Францію, Нідерланди. Так, за останні п'ять років загальна кількість придбаних екологічних автомобілів в Україні досягла позначки у 5 775 одиниць [3].

Найбільший у світі автовиробник Volkswagen обіцяє вкласти мільярди доларів у розробку нових електромобілів. Автогігант планує представити менш ніж через 15 років електроверсії усіх своїх моделей. Виробник має намір вкласти понад 20 млрд. євро в розвиток електрокарів у надії скласти конкуренцію Tesla та іншим виробникам, створивши масовий ринок електромобілів [5].

Довгий час традиційний автовиробник Volvo навідріз відмовлявся від електромобілів. І лише нещодавно заявив про відмову від машин з двигуном внутрішнього згоряння. Компанія оголосила, що з 2019 року всі її автомобілі будуть оснащуватися електродвигунами. Електрифікація надалі буде основою бізнесу Volvo. З 2019 року компанія вироблятиме лише три типи автомобілів: повністю електричні, гібриди і так звані м'які гібриди, в яких з невеликою потужною акумуляторною батареєю поєднується бензиновий двигун, зокрема приводить автомобіль в рух [1].

Wall Street Journal опублікував інформацію про те що у компанії Apple є відокремлений підрозділ, який працює над електричним автомобілем під кодовою назвою Titan, що нагадує мінівен. [1].

Таке серйозне ставлення до екологічних проблем сприяє розвитку ринку автомобілів на електродвигунах, який багато в чому залежить від наявності інфраструктури, ціни і державної політики. Отже, з урахуванням всього вищесказаного, зростання популярності і попиту на електромобілі в країнах світу є неминучою *тенденцією і за цим майбутнє.*

Література:

1. Технічні характеристики сучасних електромобілів [Електронний ресурс] // [веб-сайт] - <http://dspace.opu.ua:8080/xmlui/bitstream/handle/> (дата доступу 6. 02. 18)
2. Найпопулярніші електромобілі в світі 2017 [Електронний ресурс] // [веб-сайт]. – <http://cardiagram.com.ua/best-selling-electric-cars-worldwide-12324.html> (дата доступу 8. 02. 18)
3. Автомобілі з електричним серцем [Електронний ресурс] // Електромобілі [веб-сайт]. – <https://www.unian.ua/longrids/electric-cars/> (дата доступу 8. 02. 18)
4. Компанія Tesla Motors [Електронний ресурс] // [веб-сайт]. – <http://ecoautoinfo.com>(дата доступу 9. 02. 18)
5. Volkswagen обіцяє перевести на електрику всі свої моделі [Електронний ресурс]// [веб-сайт] - <https://www.ukrinform.ua/> (дата доступу 10. 02. 18)