## ПОЖЕЖНА ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

#### PRINCIPLE OF OPERATION AND EFFICIENCY EXPLOSION SUPPRESSION SYSTEMS HRD

inż. Kaczmarzyk P., mgr inż. Wolańska A., inż. Bąk D.

### Combustion Processes and Explosions Lab Scientific and Research Centre of Fire Protection National Research Institute

The purpose of this paper is demonstration the current state of knowledge, principle of operation explosion suppression systems and effects accompanying the high rate discharge HRD.

The explosion pressure, which is a consequence of the ignition of the mixture of dust and air in closed volume reaches maximum ( $P_{max}$ ) value of approximately 30 – 100 ms. With such rapid increments of pressure protection is required to allow the safe operation of the pipeline or elevator. To protect closed tanks in a very favorable light puts out active suppression systmes HRD (High Rate Discharge). The basic idea of operation of the suppressing explosions is relatively simple. The system detects dynamically increasing the pressure inside the protected volume and immediately activates the mechanism of suppression [1]. The main task of active suppression system is to protect of the tank, pipeline or elevator involving the immediate suppression of pressure before it reaches the value of the design pressure. An important advantage of active suppression systems is the possibility of applying for tanks, elevators etc. of different sizes (0,25 m<sup>3</sup> up to 1000 m<sup>3</sup>) [2,3,4]. The general principle of operation active suppression systems is shown below (Fig 1.).

In unprotected tanks, the pressure associated with the explosion increases according to the diagram (curve A), visible in the figure below (Fig. 1.). It should be noted that the pressure for a typical explosion of the mixture of dust and air can reach even value 10 bar [1]. It is much more than can withstand typical industrial design such as silos. If the suppressing system will be activated at the right time – increasing pressure will be prevented in accordance with curve B (Fig 1).



Fig. 1. The curves of the pressure in closed volume (A - suppressing, B - without supressing) [1].

The pressure produced in the early stage of the explosion, in an enclosed space, propagates faster than flame front. The pressure wave velocity is close to the speed of sound propagation [1]. The basic device detection is a sensor mounted within the tank. Its task is very fast (within milliseconds) detection overpressure, before it reaches too high values or the rate of pressure rise exceeds a predetermined value. Then, the sensor transmits a signal of increasing pressure to control system. The most common type of sensor is a membrane detector. It produces a signal transmitted to control system, caused by deformation of membrane sensor after explosion. Another type of detectors are sensor which record the occurrence of flame – optical probe IR.

To ensure proper cooperation between the sensors and HRD cylinders, these components should be connected to control system. This will allow inter alia dividing the area of industrial infrastructure and each of them is protected in an individual way. As a result, it is also made possible determination of logical zones and launching active suppression systems only in the zone.

HRD cylinders are usually mounted outside the protected space. Depending to the manufacturer HRD cylinders have different capacities (3 up to  $60 \text{ dm}^3$ ). The extinguish agent contained in the cylinder is pressurized (20 up to 120 bar) [1]. The following figure shows the structure of the HRD cylinder.



Fig. 2. An exemplary explosion suppression system



Fig. 3. Construction HRD cylinder [5]

Heat transfer between the molecules is essential for the propagation rate of explosion and therefore the basis of extinguishing explosion is the suppression of combustion wave. Direct injection (extinguish powder or liquid) in the growing embryo fire cause following effects:

- suppression- removal of heat from the combustion zone through the transfer of energy,
- the acquisition of free radicals active components extinguish mixture interrupt the chain reactions,
- wetting- fuel particles absorb moisture from the extinguishing agent contained in the HRD cylinder,
- neutralization reducing the concentration of the fuel mixture.



Fig. 4 The general principle of operation active suppression systems [1]

#### References

[1] Barton J., *Dust explosion prevention and protection. A practical guide.*, wyd. IChemE, Rugby, 2002.

[2] R. Siwek, *Explosion suppression in very small volumes*, Proc. Europex World Seminar

[3] P.E. Moore, W. Bartknecht, Proceedings of the International Loss Prevention Symposium, Cannes, 10.1986

[4] P.E Moore, Suppression of dust explosions, IMechE/IChemE Seminar, Westminister, 15.12.1986

[5] R. Klemens, M. Gieras, M. Kałużny, "Dynamics of Dust Explosions Suppression by Means of Extinguishing Powder in Various Industrial Conditions", Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Vol. 20, pp. 664-674, 2007.

### THE IMPACT OF EXTERNAL PARAMETERS ON THE PROPANE EMISSION DURING A FIRE JET

## *Łukasz OSIAK* Zdzisław SALAMONOWICZ The Main School of Fire Service, Warsaw, Poland

The article analyzes the thermodynamical parameters describing propanetank-environment system during an emergency release of jet gaseous phase. The model used for the investigation focuses on parameters such the temperature of the tank at the heights of gaseous phase and liquid phase, the temperature of liquid phase and the loss of mass. The model was validated based on the measurements carried out during jet emission from a standard liquid propane gas with



Fig.1. Infrared image of the test stand and a gas tank

27 dm<sup>3</sup> volume, which can take up to 10 kilograms of propane. Due to the method of the storage of the propane gas in the tank, the object of the investigation is a mixture of gaseous and liquid phases.

There are numerous situation where there is a possibility of a jet fire.. Recent events confirmed the severity of the risk.

- During a gas pipeline fire, jet emissions caused severe damage to property. The fire was brought under control only after the liquid phase present in the pipeline was burnt out.
- Gas cistern damaged the safety release valve while passing under a bridge. The threat of explosion was present for numerous hours.
- Standard liquid propane gas tank from gas heater exploded after a few minutes of uncontrolled jet fire.

The size of the gas tank is not as important, as the fragments present during explosions carry the kinetic energy equivalent to a rifle bullet. However, if there is no explosive event, the jet fire can be sustained for numerous hours, until the fuel is exhausted, as long as the system receives sufficient amount of energy to sustain the jet emission.



Fig.2. Schematic diagram of the propane-tank-environment system

The tank under ingestion has similar parameters as a standard gas kitchen hob tank. A thermocouple was used to measure the temperature of the surface of the tank. Additional two thermocouples were used to measure the temperature of the phase mixture inside the tank at the heights of the gaseous and liquid phases. The mass change was measured using calibrated balance. The results of the measurements were compared with the theoretical model based on a set of time differential equ ations describing changes in relevant system parameters. The key factor for consideration during a jet fire is the heat transfer between the elements of the system.

- The most significant heat transfer occurs due to the jet fire stream  $(Q_p)$ . The maximum of the heat transfer will occur when the jet fire is directed onto the surface of the tank. Alternatively, the minimum of the heat transfer  $(Q_p)$  will occur when the jet fire is directed perpendicularly away from the system.
- Heat from the surface underneath the tank as well as the heat transfer from the environment.  $(Q_{24}, Q_{1a}, Q_{2a})$ .
- The heat transfer between the different zones of the  $tank(Q_{1,2})$  is also important, particularly from the top of the tank, where the gaseous phase with lower heat capacity is unable to accept the heat from the surface of the tank, and thus leading to the heat transfer to the bottom of the tank where the higher heat capacity of the liquid phase allows for the absorption of the heat from the surface of the tank.

It is important to note that a jet fire does not need to be such a significant threat. If the source of the jet emission is at a large distance from the flammable materials, the only risk remaining is an explosion, should a jet fire occur. However, if, during the jet fire, the stream of fire is directed upwards, in such way that it does not affect the tank, the probability of an explosion is significantly reduced. The heat accepted during the boiling process leads to gradual decrease of the tank temperature, leading to a situation where the intensity of the boiling process is not sufficient to sustain the jet emission. As a result, the jet emission will stop and the fire will continue as a weak swinging flame. In such a scenario, after sufficient time jet fire self-destructs.

#### References

[1] Salamonowicz Z.: Badania eksperymentalne termodynamiki układu propan-butan /zbiornik/otocznie podczas awaryjnych uwolnień LPG ze zbiorników ciśnieniowych, S/E-422/2/11. Badania eksperymentalne termodynamiki układu propan-butan/zbiornik/otoczniepodczas awaryjnych uwolnień LPG ze zbiorników ciśnieniowych, S/E-422/2/11

[2] Salamonowicz Z.: Scenariusze awaryjne podczas zdarzeń z LPG.

[3] Salamonowicz Z., Jarosz W., Matuszkiewicz R., Osiak Ł.: Modelowanie transportu masy i ciepła podczas wypływu strumieniowego gazu ze zbiornika zawierającego fazę skroploną, 2014

## EVALUATION OF HEAT RELEASE RATE USING MACHINE LEARNING APPROACH

*Pietrzela D. fire safety engineer,* M. Fliszkiewicz, Section of Computer Science The Main School of Fire Service, Warsaw, Poland

Modelling of fire phenomena has become common in the fire safety domain. Computer simulations allow to predict development of hazardous events and individual physicphenomenon's.Most of simulations are based on Computational Fluid Dynamics(CFD) models. It is a branch of fluid mechanics that uses numerical analysis and mathematical algorithms to solve and analyze problems that involve fluid flows, heat and mass transfer.A characteristic feature of the CFD science is the approach that it takes toward description of physical processes. Computers are used to perform the calculations required to simulate the interaction of liquids and gases with surfaces defined byboundary conditions[1].

Researchers and engineers commonly use CFD modelling to developinstallations of fire detection and suppression, segmentation of the spaces (fire zones) and ventilation (smoke zones). It is very helpful toolto design new modern buildings.Moreover, CFD models help to predict piece of reality without fullscale tests, i.e. smoke and temperature spreading or radiation from fire. Results of the analysis may indicate the necessary protection measures.However,to make correct model designer must define appropriate input parameters like geometry of modeled space and many fire parameters i.e. soot yield, heat of combustion, heat release rate (HRR).There are different methods of evaluating HRR. Most of the methods are highly dependent onsensor's density in the analyzed compartmentwhich make them infeasibleto use during Fire&Rescue actions, i.e. cone calorimeter method. We assumed that during the F&R action the evaluation of the HRR withaccuracy of±100kWis good enough to estimate the origin ofthe fire (furniture, TV, curtains) and its future dynamic.

In this paper wewant to present other approach of calculating HRR combined with computer simulations and machine learning approach [2], which may be used in poor sensor infrastructure. The method is based on capturing of the unique temperature imprint formed on the ceiling under fire conditions and comparing it to the set of simulations stored in database. We assumed that for the approximation purposes during the F&R action the physical interpretation of the parameters of our model are not important. It allows us for the usage of the approaches from artificial intelligence domain.In our analysis we focused mainly on the measurement of the temperature distribution on the structural elements of the compartment using IR camera. This method allows to obtain large number of individual measurement points and compare it to set of CFD simulations. We conducted the experiment in order to recognize, whether there are possibilities of using the machinelearning algorithms to resolve the problem. We generated, for this purpose, a representative number of simulations of various fire scenarios in a single compartment.Next step of our analysis was the extraction of the data from the simulations – temperature from the ceiling. The results was collected for each cell on all boundaries in the compartment. The data was used as a training set forclassifiers. We constructed our information system by defining the object as an averaged values of attributes within defined time window of the given fire test. The object in ourinformation system was represented by following attributes:time from ignition, maximum temperature, average temperature form selected area and standard deviation. As a decision class the HRR was used. Then we compared the results from the classifiers against the real experiments. Three surveys of three differentHRRs were made within the compartment with dimensions 5.25mlength, 2.54mwidth and 2.55mheight. The results prove that there is a potential in the described approach. We reached a high value of Balanced Classific ation Accuracy (BCA) of the real experiments with the IR camera. These experimentsresulted in BCA equal 0.92. The separability of the (especially lower) HRR in the analyzed data were observed. The main goal of the research was to assess whether the proposed approach may be used on the fire ground. The results from the real experiments showed that this method may be used to characterizing HRR. The BCA ratio for full scaleexperiments could be higher, however there were problemswith selecting correct values of the attributes from IR camerapictures. In our further works we will focus on finding principal factors determining the results of the simulations. For this purpose we will consider the application of Principal ComponentAnalysis (PCA), Non-negative matrix factorization (NMF)methods or rough set approach. All these approaches will be used in order to determine the most important features which affect the temperature imprint on the ceiling.

#### References

[1] Zikanov, O.(2010). Essential computational fluid dynamics. Hoboken, USA.
[2] Fliszkiewicz, M., Krasuski, A., Krenski, K. (2014). Evaluation of a Heat Release Rate based on Massively Generated Simulations and MachineLearning Approach. *Federated Conference on Computer Science and Information Systems, Vol. 3*, p.45-52.

УДК 614.8

## АНАЛІЗ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ПЛИТ ОЅВ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

#### Бедзір В.В., Григоришен Р.В. Лоїк В.Б., канд. техн. наук Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Проведеним аналізом хімічного складу плит OSB встановлено, що основну частку у їх складі становлять наступні елементи: деревні стружкові матеріали, клеї. Основою сучасних матеріалів також є плити – ДСП, ДВП, рідше – MDF. До складу плит ДСП входить деревна стружка чи тріски, зв'язуюче: карбамідо-, меламіно- чи феноло-формальдегідні смоли. До складу плит ДВП входять деревні волокна чи розщеплена деревина, гідрофобізуючі речовини: парафін, каніфоль, карбамідо-, меламіно- чи феноло-формальдегідні смоли. Плити MDF складаються з деревної тирси чи воло-кон, які подрібнені до порошкоподібного стану і скріплені лігніном чи парафіном або карбамідо-формальдегідною смолою, яка модифікована меламіном. В останньому випадку вміст альдегідних смол у плитах мінімальний.

Проведені хімічні дослідження показали, що серед основних видів деревних плит найвищими рівнями емісії речовин характеризуються деревостружкові та деревоволокнисті плити. Причому міграція відбувалась упродовж всього терміну експозиції зразків, ступінь міграції досягав значень, наведених у табл. 1.

Таблиця 1

	Максимальні кон- центрації на 1 добу експеримен- ту, мг/м <sup>3</sup>	Кратність	Максимальні	Кратність		
Назва речовин		переви-	концентрації	переви-		
		щення	на 30 добу	щення		
		норми,	експерименту,	норми		
		рази	мг/м²	(ДР), рази		
Плити OSB (10 зразків)						
Формальдегід	0,095±0,008	9,5	0,035±0,004	3,5		
Аміак	0,78±0,05	19,5	2,0±0,3	50,0		
Метанол	0,09±0,03	-	До 0,05			
Фенол	0,022±0,004	2,2	0,003±0,0004	-		
Ксилол	0,07±0,001	-	До 0,05	-		
Плити ДВП (4 зразки)						
Формальдегід	0,011	1,1	0,005±0,0007	—		
Фенол	0,04±0,006	4,0	До 0,001	_		
Толуол	0,04±0,007	-	До 0,01	-		
Плити MDF (5 зразків)						
Формальдегід	0,002±0,004	_	0,001±0,0002	_		
Аміак	0,03±0,002		До 0,01			

Емісія хімічних речовин з деревних плит

Слід зазначити, що формальдегід виділявся майже зі 100 % досліджених зразків і кратність перевищення норми досягала 9,5 рази на початку експерименту, та 3,5 рази – в кінці експерименту.

Міграція ж аміаку з деяких плит з часом посилювалась, досягаючи на 30 добу концентрації 2,0 мг/м<sup>3</sup>. При цьому було доведено, що додатковими джерелами виділення аміаку можуть бути вогнебіозахисні розчини, якими обробляється деревина.

Висновок. У результаті токсикологічних досліджень було встановлено, що отруєння формальдегідом в концентраціях 0,052±0,003 мг/м<sup>3</sup> та 0,13±0,004 мг/м<sup>3</sup> призводить до загальнотоксичної дії на організм людини та до порушень клітинної та гуморальної ланок набутого імунітету. Загальнотоксична дія про-являється достовірним зменшенням рівнів гемоглобіну у крові (Д1 – 126,20±1,16 г/л, Д2 – 119,71±2,64 г/л, К – 137,83±2,00 г/л), а також відносної кількості нейтрофілів у групі Д2 (Д2 – 21,86±0,87 %, К – 25,33±1,22 %).

#### Література

Наказ МОЗ України від 29.12.2012 року №1139 «Про затвердження Державних санітарних норм та правил "Полімерні та полімервмісні матеріали, вироби і конструкції, що застосовуються у будівництві та виробництві меблів. Гігієнічні вимоги".

#### УДК. 614.8

## ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ДИМОУТВОРЕННЯ РОЗЧИНІВ НА ОСНОВІ СПУЧЕНОГО ПЕРЛІТУ

## Бедзір В.В., Бешта А.Г. Лоїк В.Б., канд. техн. наук Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Суть методу експериментального визначення коефіцієнта димоутворення твердих речовин та матеріалів полягає у визначенні оптичної густини диму, який утворюється при полум'яному горінні або тлінні зразка твердого матеріалу певної кількості.

Випробування зразків проводять у двох режимах. У режимі тління на зразок діє тільки тепловий потік густиною 35 ± 3,5 кВт/м2, а у режимі полум'яного горіння –тепловий потік та полум'я газового пальника.

Результати випробувань наведені в табл.1

Тиолиця					
Режим випро-	Номер	Маса зразка,	Світлог	пропус-	Коефіцієнт
бовувань та	зразка для	<i>т</i> (кг)	кання, %		димоутворення
густина теп-	випробу-				для кожного
ловоо потоку	вань		Поцят.	Кін-	зразка
			кове		$(\mathrm{D}_{\mathrm{m}})$ ,кв.м/кг
			To	цере, T <sub>min</sub>	
			10	- min	- 10
Полум'яне	1	0,000840	100	99,0	7,48
горіння	2	0,000655	100	99,1	8,63
$(35\kappa BT/m^2)$	3	0,000820	100	99,5	3,82
	4	0,000755	100	99,3	5,82
	5	0,000770	100	99,2	6,52
Середнє значення коефіцієнта димоутворення, м <sup>2</sup> /кг			6,45		
Тління (25	1	0,000662	100	99,9	0,94
кВт/м <sup>2</sup> )	2	0,000621	100	99,2	8,08
	3	0,000777	100	99,1	7,27
	4	0,000740	100	99,1	7,64
	5	0,000620	100	99,2	8,10
Середнє значення коефіцієнта димоутворення, м <sup>2</sup> /кг					6,41

В результаті досліджень встановлено, що значення коефіцієнта димоутворення матеріалу з розчину на основі спученого перліту в режимі полум'яного горіння складає 6,45 м<sup>2</sup>/кг, в режимі тління 6,41 м<sup>2</sup>/кг згідно з п. 2.14.2 ГОСТ 12.1.044-89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.»



Зразки матеріалу, класифікуються як матеріал з малою димоутворювальною здатністю (Д1).

## **Рис. 1** Зразки для визначення коефіцієнта димоутворення

## Висновок за результатами визначення коефіцієнта димоутворення розчинів на основі спученого перліту:

Значення коефіцієнта димоутворення матеріалу з розчину на основі спученого перліту в режимі полум'яного горіння складає 6,45 м<sup>2</sup>/кг, в режимі тління 6,41 м<sup>2</sup>/кг згідно з п. 2.14.2 ГОСТ 12.1.044-89 зразки матеріалу, класифікуються як матеріал з малою димоутворювальною здатністю (Д1).

## Література

ГОСТ 12.1.044-89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.»

Таблина 1

#### УДК 614.8

## АНАЛІЗ РЕЧОВИН, ЩО ВИДІЛЯЮТЬСЯ ПРИ ЗГОРАННІ ПЛИТИ OSB

#### Бедзір В.В.

### Лоїк В.Б., канд. техн. наук Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Постійно зростаючі масштаби виробництва і впровадження виробів з деревини висунули перед наукою і практикою, пріоритетну задачу, профілактику їх несприятливого впливу на здоров'я населення. При цьому однією із основовних є вимога, згідно з якою матеріали, а також вироби з них не повинні виділяти в оточуюче середовище хімічні речовини в кількостях, небезпечних для здоров'я людини. Критеріями оцінки також є токсикологічні показники, здатність накопичувати статичну електрику, взаємодія з мікроорганізмами, пожежобезпечність.

В повній мірі це відноситься і до плит OSB, які становлять значну питому частку серед компонентів інтер'єрів житлових і громадських приміщень.За ступенем перевищення норми перелік полютантів очолюють: аміак, диоктилфталат, стирол, фенол, а також формальдегід, концентрації якого у повітрі досягають 0,21 мг/м<sup>3</sup> при допустимому значенні 0,01 мг/м<sup>3</sup>. Цю речовину можна віднести до найбільш значущих полютантів за розповсюдженістю та частотою перевищення свого допустимого рівня. Відомо, що окрім загальнотоксичного ефекту, формальдегід може спричиняти алергічну реакцію організму при потраплянні через шкіру.

Здатність формальдегіду до сенсибілізації організму при потраплянні через респіраторний шлях вивчена у недостатньому обсязі. Формальдегід, який знаходиться у повітрі житлових приміщень на вищенаведеному рівні, серед інших хімічних забруднювачів є додатковим фактором, що сприяє виникненню алергопатологій населення, включаючи виснаження захисних імунних механізмів.

#### Література

Наказ МОЗ України від 29.12.2012 року №1139 «Про затвердження Державних санітарних норм та правил "Полімерні та полімервмісні матеріали, вироби і конструкції, що застосовуються у будівництві та виробництві меблів. Гігієнічні вимоги". УДК 614.841.46+614.841.31

## РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕР ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ГИБЕЛИ ЛЮДЕЙ ОТ ПОЖАРОВ В ЖИЛОМ ФОНДЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

#### С.С. Бордак

#### ГУО «Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь

Анализ проблематики пожаров в жилом фонде и гибели людей от них определил основные формы и методы работы. Опыт приводимой работы в Республике Беларусь для предупреждения пожаров в жилищном фонде показал, что силами только министерства по чрезвычайным ситуациям (МЧС) обеспечить весь комплекс мероприятий направленных на обеспечение пожарной безопасности в жилье невозможно. Для этого требуется совместная скоординированная работа всех заинтересованных.

В целях повышения уровня защиты жизни и здоровья граждан от пожаров, на государственном уровне реализуется комплекс организационных, социальных и практических мер. В качестве основного принципа осуществления пожарно-профилактических мероприятий определен комплексный подход с привлечением, помимо работников МЧС, потенциала органов власти, внутренних дел, социальной сферы, здравоохранения, образования, энергонадзора, депутатского корпуса и других заинтересованных. Нашим министерством в рамках нормативно-правового регулирования вопросов обеспечения безопасности в населенных пунктах в Закон Республики Беларусь от 4 января 2014 г. «Об основах деятельности по профилактике правонарушений» [1] включены положения, определяющие компетенцию государственных органов и организаций в сфере предупреждения правонарушений, способствующих возникновению чрезвычайных ситуаций, организационно-правовые формы участия граждан в профилактике правонарушений. Это позволило объединить усилия всех субъектов профилактики, направленных на предупреждение пожаров и гибели людей от них и сделать эту работу более качественной.

Существенное влияние на повышение уровня противопожарной защищенности жилищного фонда оказывает реализация противопожарных мероприятий, включенных в государственные программы. В результате адресной работы осуществлен комплекс мер по приведению домовладений малоиму щих граждан в пожаробезопасное состояние, что обеспечило снижение гибели от причин, связанных с эксплуатацией неисправного электрооборудования и печного отопления, а благодаря сработке автономных пожарных извещателей (АПИ) – сохранению жизни граждан. Только в текущем году благодаря сработке АПИ спасено 37 человек, 6 из которых дети [2].

На сегодняшний день МЧС осуществляется выстроенная совместная работа со всеми субъектами профилактики, которая заключается в организации планирования предупредительных мероприятий, их финансовом обеспечении, а также контроле за качеством и полнотой их выполнения. Обстановка с пожарами показывает, что принятые меры позволили обеспечить снижение количества пожаров и гибели от них людей. Так, за период с 2011 по 2014 год количество пожаров сократилось на 17,6 % (2011 – 8252; 2014 – 6802), в том числе в жилье – на 17,7% (2011 – 6713; 2014 – 5522), количество погибших от них людей - на 32,6% (2011 - 1093; 2014 - 737), из них в жилье – на 33,5% (2011 – 1061; 2014 – 706). За 2015 год в республике зарегистрировано 6121 пожаров в жилом секторе (аналогичный период 2014 года - 6802), от которых погибли 578 человек (аналогичный период 2014 года – 737) [2]. Свидетельством правильности выбранного курса в реализации профилактической работы является тот факт, что в целом за прошедшее пятилетие количество трагедий снизилось на 10 тыс., а число погибших на 531 человек.

#### Литература

1. Об основах деятельности по профилактике правонарушений: Закон Респ. Беларусь, 4 января 2014 г. № 122-3 // Консультант Плюс : Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2015.

2. Информационно-статистический сборник МЧС Республики Беларусь «Основные показатели складывающейся обстановки с чрезвычайными ситуациями» [Электронный ресурс] // «Альфа», Министерство по чрезвычайным ситуациям Респ. Беларусь. – Минск, 2015.

#### УДК 614.84

## АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ ПРИ ЗБЕРІГАННІ СПИРТУ

## Гапончук М.І.

### Яковчук Р.С., канд. техн. наук, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Досвід експлуатації спиртосховищ, на яких знаходиться в обігу спирт у великих кількостях, показує, що на установках з використанням спирту завжди існує небезпека виникнення пожеж, загазованості промислових ділянок парами етилового спирту. Відповідно до статистичних даних про кількість аварій, які мали місце, найбільш частими видами аварій при зберіганні і операціях зливуналиву спирту етилового є пожежі, причому частіше всього причинами пожеж стають порушення правил безпеки при здійсненні операцій зливу -наливу або виконанні ремонтних робіт.

Основними вражаючими факторами в наведених аваріях були: вплив на персонал ударної хвилі вибухів або уламків устаткування, будівель, випромінювання горіння; поширення теплове місць споруд; від вибухонебезпечних хмар, що утворюються при проливах спирту етилового. спиртосховища визначається пожежовибухонебезпечними Небезпека властивостями спирту етилового, великою його кількістю, зосередженням на малій площі, а також небезпекою технологічних операцій, пов'язаних з прийманням і відпуском сирту.

Ємності і мірники спиртосховища експлуатуються при температурах, для утворення при яких концентрація парів спирту достатньою e концентрації вибухонебезпечної повітрям. Виникнення 3 джерел запалювання усередині ємності (мірника) приведе до вибуху. Сила вибуху буде залежати від цілого ряду чинників: кількості пароповітряної фази, концентрації суміші (найбільш небезпечна суміш с концентрацією спирту 6,5% об), величини енергії запалювання. Механічна міцність устаткування в спиртосховищі не достатня для того, щоби витримати тиск, який утворюється при вибуху (до 680 кПа). Тому найбільш ймовірно, що ємність чи мірник будуть зруйновані внаслідок вибуху.

Після вибуху в ємності (мірнику) аварія може продовжуватись у вигляді пожежі проливу спирту в приміщенні.

Пролив спирту в приміщені, якщо відразу не почнеться пожежа, може привести до небезпечної загазованості в залежності від площі проливу. Згідно виконаним оцінкам інтенсивність випаровування спирту з розливу сягає 0,37 г/( $M^2$  с). При великих проливах у приміщенні може утвориться вибухонебезпечна концентрація пароповітряної суміші в кількості, достатньої для того, щоб при вибуху були пошкоджені конструктивні елементи будівлі та травмовано персонал.

Однією з небезпечних виробничих операцій є вивантаження спирту з автоцистерни. Це пов'язано з тим, що в цьому процесі бере участь пристрій, за допомогою якого з'єднуються стаціонарні трубопроводи з транспортним засобом. Наявність такого пристрою при помилкових діях обслуговуючого персоналу є причиною викиду небезпечної речовини з системи. Відсутність загородження навколо місця розташування транспортного засобу, яка б обмежувала площу проливу, сприяє виникненню ситуації, коли при великих проливах спирту можливе виникнення вибухонебезпечної хмари атмосферним суміші парів спирту повітрям. Наявність 3 джерела запалювання може призвести до вибуху парогазової хмари, але більш ймовірно, що вона згорить в дефлаграційному режимі (виникнення хлопка (спалаху), і може стати причиною виникнення пожежі проливу.

В теплий період року в цистернах, що транспортують спирт, присутня вибухонебезпечна суміш парів спирту з повітрям. Тому виникнення джерела запалювання всередині цистерни призведе до вибуху. Таким джерелом може бути іскра розряду статичної електрики, відкрите полум'я сірника чи сигарети і т. п. Якщо в наслідок вибуху цистерна буде зруйнована, то вибухова хвиля може визвати як травмування персоналу, так і руйнування обладнання. При загорянні проливів, що виникли внаслідок таких ситуацій, можуть бути травмовані люди, пошкоджені матеріальні цінності.

Виходячи з пожежевибухонебезпечних властивостей спирту етилового, статистики аварій, погодних умов, особливостей розміщення обладнання на площадці, характеру розгерметизації обладнання, аварії в спиртосховищі можуть реалізовуватись у вигляді:

- випаровування проливів сирту етилового i утворення загазованості території спиртосховища. При цьому концентрація хмарці знаходиться області парів сирту в межах В розповсюдження полум'я, але спалахування не відбувається із-за відсутності джерела запалення;
- «хлопка» (спалаху) згорання попередньо перемішаних пароповітряних хмарок з дозвуковими швидкостями у відкритому просторі;
- «пожежі проливу» (горіння проливів рідких продуктів) дифузійного горіння парів в повітрі над поверхнею рідини;
- займання вибухонебезпечної суміші всередині обладнання (ємності, автоцистерни) зі сиртом етиловим.

## Література

1. Рекомендації щодо гасіння пожеж у спиртосховищах, що містять етиловий спирт, затверджені МНС України 22.01.09.

УДК 621.3; 614.841.3

## ПОЖЕЖНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЕЛЕКТРИЧНИХ ЛАМП РОЗЖАРЮВАННЯ ТА СВІТЛОДЮДНИХ СВІТИЛЬНИКІВ

#### Гичпан В. М.

## Рудик Ю. І., канд. техн. наук, доцент Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

В останнє десятиліття визначилась тенденція до максимального комфорту життєвого середовища сучасної людини. На роботі, на вулиці, в транспорті, вдома, на відпочинку та інших місцях перебування – нас усюди супроводжує штучне освітлення, воно є невід'ємним компонентом життєвого середовища людини, адже близько 80% інформації ми одержуємо через органи зору. Реальним підтвердженням цього є велика кількість різноманітних освітлювальних установок, які оточують нас. Основними копонентами будь-якої освітлювальної системи є джерело світла й освітлювальний прилад. Вони та їхні параметри загалом визначають ефективність освітлювальної установки. Уже понад 10-15 років у різних галузях промисловості у нас експлуатуються морально й фізично застарілі світлові прилади, в яких близько 50% випадків застосовуються малоефективні лампи з низькою світловіддачею.

Враховуючи стійку тенденцію росту кількості приладів енергоспоживання, можна сміливо сказати що безпека є основним фактором у визначенні ефективності освітлювальних установок. Тому, відповідність джерел світла нормам безпеки є одним із найважливіших завдань.

Електричі лампи розжарювання загального призначення як джерело світла мають надзвичайно широке застосування. Їх пожежна небезпека складається із двох основних складових: небезпеки запалювання горючих матеріалів і небезпеки появи при аварійних режимах джерел запалювання з високою запальною здатністю.

У першому випадку пожежна небезпека обумовлюється високими температурами нагріву колб. Вона залежить від потужності ЛР, від положення колби в просторі і її чистоти. Так, якщо поверхня колби чиста, то в залежності від потужності ЛР температура її нагрівання досягає 80-170°С. Якщо колба лампи забруднена, наприклад, виробничим пилом, то температура нагріву може істотно підвищитися і досягати 250-300°С.

При певних умовах в ЛР виникають дугові розряди між електродами. В одному випадку дуговий розряд може викликати розрив колби, в іншому - проплавлення її частками нікелю. В обох випадках аварійний режим супроводжується утворенням і викидом джерел запалювання. Найбільш пожежонебезпечними є частинки нікелю, оскільки вони мають високу запальну здатність. На практиці виникнення дугових розрядів можливі при несиметрії напруги. Пожежонебезпечним елементам у світлодіодних лампах є стартер, конденсатор з паперовим діелектриком, світлорозсіювач з органічного скла та ін.

У ході низки досліджень з'ясновано, що світлодіодні світильники, виконані за схемою стартерного пуску повною мірою не відповідають вимогам пожежної безпеки. Пожежна небезпека таких світильників посилюється особливістю запалювання ламп. Несправність стартера призводить до збільшення робочого струму, внаслідок чого посилюється нагрів обмоток дроселя, заливальна маса починає розм'якшуватися і витікати, що призводить до короткого замикання у витках обмотки дроселя або до пробою на корпус. В результаті виникає небезпека займання горючих матеріалів. Застосування в стартері паперового конденсатора, особливо коли оболонка картера з пластику, ще більше збільшує пожежну небезпеку світильників.

Недоліки контактного з'єднання супроводжуються, як провило, іскрінням, яке може бути джерелом загоряння горючих відкладень (пилу, волокон). Іскріння може бути наслідком пошкодження ізоляції проводів схеми і торкання їх корпусу світильника. Небезпечним є також нагрів ламп в результаті несправностей пускорегулюючої апаратури.

Системи електричного живлення світильників не забезпечують відключення їх від мережі при внутрішніх коротких замиканнях в схемі, а індивідуальний захист світильників не передбачений. Враховуючи пожежну небезпеку таких світильників, в процесі експлуатації до них пред'являються підвищені протипожежні вимоги.

Отже, аналізуючи характеристики, властивості та пожежну небезпеку даного виду ламп можемо зробити висновок, що джерела світла на основі LED технології є більш безпечними, мають низьке енергоспоживання, освітленість із більш високою контрасністю, високу надійність, механічну міцність та вібростійкість. Забезпечуються відсутністю стробоскопічного ефекту, а також стійкі до коливань напруження в електромережах. Термін експлуатації таких джерел світла близько 50 разів довший, ніж у електричних ламп розжарювання і в десять разів довший ніж у енергозберігаючих люмінісцентних ламп.

#### Література

1. [Електронний pecypc] http://zhytlo.in.ua/ua/napryamok/energozberezhennya /perevagitanedolki svtlododnilamp.html

2. [Електронний pecypc] http://otipb.at.ua/load/pozhamaja\_opasnost \_elektricheskikh\_lamp\_nakalivanija\_obshchego\_naznachenija\_i\_ljuminescentnykh svetilnikov/24-1-0-2788 УДК:614:841.4

#### ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛІСОВИХ ТА ТРАВ'ЯНИХ ПОЖЕЖ

## Драч К.Л.

## Кузик А. Д., учений секретар, д-р с-г. наук, професор Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Спеціалісти з лісової екології постійно поглиблюють свої знання в галузі лісової пірології—науки про лісові пожежі та методи боротьби з ними [1]. А науку, яка вивчає пожежі в інших природніх екосистемах, В. С. Ткаченко, називає степовою пірологією [2]. В Україні дослідженням в галузі степової пірології не приділяють достатньої уваги.

В лісових та трав'яних пожежах є як багато спільного, так і багато відмінностей. Спільним є те, що в обох випадках горючим матеріалом є рослини, а також те що вони можуть розповсюджуватись на великі території. І ті та інші,можуть розпізнаватисяза такими ознаками як: дія вогню на окремі рослини, характеристика об'єкта пожежі вцілому, повторюваність, сезонність, розміри, причини виникнення, особливості розповсюдження та наслідків.Визначними факторами є вид рослин, їх вік, стан, просторове розміщення.

На розвиток всіх пожеж безпосередньо впливає рельєф місцевості. Пожежа значно швидше розповсюджується вверх по схилу, ніж вниз чи горизонтальною площиною. За даними деяких авторів швидкість розповсюдження вогню на схилі 15° збільшується в два рази у порівнянні з горизонтальною площиною [3].

На процеси виникнення і розвиту всіх видів пожеж впливають: розміри джерела запалювання, його походження, вітер та інші зовнішні умови, природа горючого матеріалу, його стан, просторова структура.

Також велику роль відіграють погодні умови на будь-якій стадії пожежі виникнення, розвитку чи в процесі боротьби з нею. Повітряні маси, які оточують горючі матеріали, є одним із основних чинників впливу на пожежу. До основних характеристик повітря відносять: вітер, вологу, температуру. Вітер є вагомим фактором розвитку і розповсюдження пожежі. Велику роль відіграють опади, їх кількість та частота.

Загалом лісові пожежі поділяють на низові, верхові, підземні. Деякі вчені ще виділяють стовбурові пожежі. Подібної класифікації трав'яні пожежі не мають.

Класифікацію рослин трав'яного походження наведенов[4]. Враховуючискладність просторовогорозміщення, кількостітаскладугорючихматеріаліввсігрупигорючихматеріалівподілено натрикласизаймистості:

1-ий клас – провідники горіння, до якої віднесена група найбільш легкозаймистих матеріалів;

2-ий клас – підтримувані горіння – це ті матеріали, що швидко можуть підключатися до процесу горіння; 3-ий класс – затримувачі поширення вогню – до них відносяться широколистяні трави, рослини- гігрофіти.

В [5] вказується, що під час лісових пожежах виникають інтенсивні конвекційні потоки гарячого повітря, які переносять при сильному вітрі горючі частинки на декілька кілометрів. Томудля лісових пожеж не є перепоноюрізні протипожежні перешкоди, розриви, але які є значними перешкодами для трав'яних пожеж [6].

Для того, щоб дослідити пожежну небезпекурослин трав'яного походження, слід врахувати особливість їхньої природи, особливості степу, лугу, степової пожежі й чинники від яких залежать пожежонебезпечні властивості цих матеріалів.

На характер степової пожежі впливає видове різноманіття та просторове розміщення рослин.

При горінні травкількість виділеного тепла залежить, в першу чергу, від їх вологості і теплотворної здатності [4]. Пожежна небезпека рослин залежить від їх вологісного стану. Розрізняють абсолютну та відносну вологість.

Існує взаємозв'язок між лісовими і трав'яними пожежами. Трав'яні пожежі чи пали часто переходять в лісові і навпаки. А низова лісова пожежа може мати вигляд трав'яної.

Отже, лісові та трав'яні пожежі найчастіше виникають та набувають інтенсивного розвитку при засухах. На поширення обох видів пожеж впливають умови навколишнього середовища. Відмінності у інтенсивності і швидкості поширення зумовлюють необхідність окремого дослідження трав'яних пожеж.

#### Література

1. Свириденко, В.Є. Лісова пірологія: підручник/ В.Є. Свидирен-коО.Г.Бабіч, А.Й. Швиденко.–К.: Агропромвидав України, 1999.-172 с.

2. Ткаченко В. С., Проблеми степової пірології / В. С. Ткаченко// Заповідна справа України / К.: Том 15, випуск 2, 2009. – С. 95 – 103.

3. Залесов С. В. Леснаяпирология / С. В. Залесов – Екатеринбург: УГЛТА, 1998. – 296 с.

4. Войнов Г. С.. Прогнозирование отпада в древостое после низовых пожаров – Современные исследования типологии и пирологии леса – Архангельск, С. 115 – 121.

5. Валедник Э. Н. Ветер и лесной пожар. М.: Наука, 1968 – 117 С.

6. Амосов Г. А Некоторыезаканомерностирозвития лесных низовых пожаров Г. А. Амосов // В кн.: Возникновения лесных пожаров. М.: Наука, 1964 – С. 152 – 183.

УДК 614. 835

## ПРОТИПОЖЕЖНИЙ ЗАХИСТ РЕЗЕРВУАРІВ ДЛЯ НАФТИ І НАФТОПРОДУКТІВ ПРИ КВАЗІМИТТЄВИХ РУЙНУВАННЯХ

## Ковба В.В.

## Ференц Н.О., канд. техн. наук, доцент Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

За даними статистики зареєстровано більше 140 випадків квазімиттєвих руйнувань циліндричних вертикальних резервуарів типу РВС [1], частота повних аварійних руйнувань РВС оцінюється досить високим значенням –  $3 \cdot 10^{-4}$  рік<sup>-1</sup>. Основними причинами виникнення таких руйнувань є високий відсоток спрацювання резервуарів (до 80%), нерівномірний характер просідання основи, складний характер навантаження конструкції, відсутність контролю суцільності зварних швів, невідповідність проектам, порушення режиму експлуатації.

Мета роботи – аналіз нормативних вимог щодо обмеження площі розливу нафти і нафтопродуктів у випадку квазімиттєвого руйнування резервуара.

На даний час в Україні згідно ВБН В.2.2.58.1-94 [2] основними спорудами для обмеження аварійного розливання рідин в резервуарних парках є земляні обвалування або огороджувальні стінки. Розрахунок таких споруд здійснюється лише на гідростатичне утримання розлитої рідини. Однак, аналіз наслідків руйнувань резервуарів показує, що нормативне обвалування, яке розраховане на гідростатичне затримання розлитої рідини, не здатне утримати потік, який рухається за законами гідродинаміки. Так, під впливом гідродинамічного потоку обвалування в 49% випадках руйнувалося або розмивалося, а в 29% – потік переливався через нього. Як наслідок, рідина розливалась на прилеглій території на великі площі, аварії призводили до травм і загибелі людей, значних матеріальних і екологічних втрат.

Нормативні вимоги до резервуарних парків нафти і нафтопродуктів, чинні в Україні, передбачають [2] додаткові способи захисту від розливу рідини в резервуарних парках. Такими спорудами можуть бути:

- додаткове обвалування на відстані не менше 20 м від основного обвалування, яке розраховується на утримання 50% рідини найбільшого резервуару;
- відкриті земляні амбари з нормованою місткістю на повний об'єм найбільшого резервуару (якщо його одиничний об'єм не більший 20000 м<sup>3</sup>);
- відвідні канави (траншеї), ширина яких у верхній частині не менша 2 м.

Вказані споруди необхідно розташовувати за основними. На практиці додаткові споруди для захисту від розливу рідини в резервуарних парках вони не мають широкого застосування. Це зумовлене, в першу чергу, необхідністю виділення для їх облаштування значної частини виробничої території, що в міських умовах є складним завданням.

Особливістю квазімиттєвих руйнувань великих резервуарів (номінальною місткістю більше  $10000 \text{ м}^3$ ) є не тільки знищення земляного обвалування чи залізобетонної огороджувальної стінки, але і повне руйнування чи сильна деформація сусідніх резервуарів, пошкодження будівель, споруд і технологічних установок. При цьому потік рідини практично завжди виливався за територію підприємства, створюючи загрозу сусіднім об'єктам і забруднюючи екологію. За даними [1] загальні матеріальні втрати від таких аварій резервуарів перевищують в 500 і більше разів початкові затрати на їх спорудження.

При квазімиттєвому руйнуванні резервуара відбувається раптовий (протягом секунд чи часток секунд) розпад резервуара приблизно на рівні за розміром частини. Ознаками квазімиттєвого руйнування є: повна втрата цілісності корпусу резервуара, витікання у вигляді хвилі прориву протягом незначного проміжку часу всієї рідини, що зберігається в резервуарі. Для такої хвилі характерна нестаціонарність потоку, наявність різкого фронту у вигляді валу, який має значну висоту і рухається з значною швидкістю. Хвиля має велику руйнівну силу, яка призводить до пошкодження сусідніх резервуарів, розмивання земляного обвалування чи руйнування огороджувальної стінки. Навіть при збереженні цілісності і стійкості нормативної перешкоди через неї відбувається переливання значного об'єму рідини.

Останнім часом, за рубежем з метою локалізації всього об'єму рідини під час квазімиттєвого руйнування резервуара влаштовують [3] огороджувальні стіни з хвилевідбивним дашком. Спеціальні огороджувальні стіни з хвилевідбивним дашком розраховані на гідродинамічні навантаження під час квазімиттєвого руйнування резервуара і виконують в замкненому об'ємі роль аварійного резервуара, що значно знижує загрозу аварійного розливу нафтопродукту. Конструктивно такі захисні стінки мають вигляд вертикальної перешкоди, які розташовують з однієї, двох, трьох чи по периметру огородження окремо розташованого резервуара чи групи резервуарів.

У роботі згідно з методикою [3] побудовано графічні залежності (рис.1), які дають можливість визначити висоту захисної стінки для утримання рідини під час квазімиттєвого руйнування надземних вертикальних резервуарів від об'єму резервуара та відстані, на якій вказану стінку розташовують від резервуару.



**Рис. 1.** Залежність висоти стінки від відстані розташування її до резервуара.

В нормативних вимогах до резервуарів та резервуарних парків, які діють в Україні – ВБН В.2.2.58.1-94 [2], не передбачено влаштування додаткових захисних перешкод (захисних стінок). З огляду на вказане, необхідно внести зміни в нормативну базу для убезпечення резервуарів та резервуарних парків.

#### Література

1. Швырков С.А., Горячев С.А., Сорокоумов В.П. и др. Статистика квазимгновенных разрушений резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов// Пожаровзрывобезопасность. –2007. –Т.16. – №6. – С.48–52.

2. ВБН В.2.2.58.1-94. Проектування складів нафти і нафтопродуктів з тиском насичених парів не вище 93,3 кПа.

3. ГОСТ Р 53324-2009. Ограждения резервуаров. Требования пожарной безопасности.

#### УДК614.841

## ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ЦЕМЕНТНОГО КАМЕНЮ В УМОВАХ ПОЖЕЖІ

#### Колтипін М.А.

## Башинський О.І., канд. техн. наук, доцент, Пелешко М.З., канд. техн. наук, доцент Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Будівельні конструкції на основі бетону, згідно з ДБН В 1.1-7-2002, повинні забезпечувати необхідну межу вогнестійкості, з врахуванням сучасних технологій будівництва.

У всіх технічно розвинених країнах розвиток будівельних технологій спрямований на розроблення нових ефективних матеріалів, що дає змогу значно скоротити енергетичні та матеріальні затрати. Виробництво бетонних та залізобетонних конструкцій, які є визначальними будівельними матеріалами, постійно збільшується. Тому, заміна частини клінкеру в цементі відходами техногенного виробництва з підвищеним вмістом активних мінеральних добавок забезпечить значний внесок у збереження природних ресурсів. Враховуючи сучасні світові тенденції все більшого значення набувають композиційні цементи, що є альтернативою традиційному портландцементу. Вказані цементи повинні містити, згідно з вимогами, не менше двох видів мінеральної добавки різної природи активності.

Особливості процесів гідратації звичайного та композиційного портландцементів, що одержувався добором оптимального співвідношення активних мінеральних та хімічних добавок, досліджувались методами фізикохімічного аналізу.

Показано, що в камені модифікованого композиційного цементу завдяки встановленню оптимального співвідношення активних мінеральних та полі функціональних хімічних добавок проходить стабілізація та модифікування AF<sub>m</sub>- та AF<sub>t</sub>-фаз, котрі вважаються структурно-активними компонентами цементного каменю. Тому деструктивні процеси, пов'язані з розкладом та перекристалізацією гексагональних гідроалюмінатів кальцію, при цьому проходять значно меншою мірою і камінь на основі модифікованого композиційного цементу характеризується стабільнішими будівельнотехнічними властивостями.

При нагріванні цементного каменю до 500<sup>0</sup>С у його структурі зникають голчасті кристали етрингіту та пластинчасті – портландиту, що підтверджує проходження деструктивних процесів. Підвищення температури нагрівання до 1000<sup>0</sup>С призводить до значної зміни мікроструктури, особливо для каменю на основі ПЦ І-500. При цьому значно зростає пористість, а окремі частинки практично не зв'язані між собою, що підтверджує втрату міцнісних показників. У

цементного каменю на основі композиційного цементу завдяки наявності у його складі доменного шлаку та золи структура більш однорідна і зв'язана між собою, що очевидно є наслідком спікання окремих складових деструктизованого каменю легкоплавкою склоподібною фазою.

Досліджено вплив виду в'яжучого бетону на його деформативні властивості залежно від температури нагрівання.

Таблиця

	Температура нагрівання, <sup>0</sup> С			
Бетон на в'яжучому	20	500	1000	
	Модуль пружності, Е·10 <sup>4</sup> , МПа			
ПЦ І-500	2,2	0,31	0,09	
ПЦ II/А-Ш-500	2,0	0,32	0,12	
КЦ V/А	2,1	0,35	0,18	

Залежність модуля пружності бетону від виду в'яжучого та температури нагрівання

Встановлено, що інтенсивне зменшення модуля пружності бетону та його міцності проходить при нагріванні в інтервалі температур  $360-500^{\circ}$ С, що зв'язано з процесами дегідратації складових цементного каменю. Нагрівання до  $1000^{\circ}$ С також призводить до зменшення модуля пружності, але при використанні композиційного цементу його показник у 2 рази вищий, порівняно з бетоном на звичайному портландцементі, що є наслідком наявності у його складі доменного шлаку та золи при цьому також підвищується залишкова міцність при нагріванні до  $1000^{\circ}$ С на 2,4 МПа.

#### Література

1. Самченко С.В. Роль эттрингита в формировании и генезисе структуры камня специальных цементов / С.В. Самченко. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2005. – 154 с.

2. Саницкий М.А. Влияние кристаллохимических особенностей твердых фаз на процессы их гидратации и свойства цементного камня / М.А. Саницкий // II Международное совещание по химии и технологи цемента. – М.: П-Центр, 2000. – Т 2. – с. 61-67.

3. Гивлюд М.М. Вплив виду в'яжучого на міцнісні характеристики бетону в умовах пожежі / М.М. Гивлюд, О.І. Башинський, М.З. Пелешко М.А. Колтипін // Пожежна безпека: Збірник наукових праць. – 2015. – №27. – С. 44-50.

#### УДК 624.5

## РОЗРАХУНОК МІЦНОСТІ ПРЯМОКУТНИХ ПЕРЕРІЗІВ З ОДИНОЧНИМ НОРМАЛЬНИМ АРМУВАННЯМ ПРИ ЗГИНІ

## Лазавенко С.Ю.

## Вовк С.Я., канд. техн. наук Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

В сучасному будівництві широке застосування отримали несучі залізобетонні конструкції (як збірні так і монолітні) у вигляді балок, ригелів, плит, тощо, які в основному працюють на згин. Забезпечення їх міцності має велике значення не тільки при нормальних умовах експлуатації, але і для забезпечення необхідної межі вогнестійкості в умовах дії вогню та високих температур. При розрахунках на міцність елементів конструкцій прямокутного поперечного перерізу, які працюють на згин, по нормальних перерізах за основу приймають третю стадію напружено - деформованого стану [1] (рис.1.а).



Рис. 1. Розподіл напружень в бетоні:

а) третя стадія напружено-деформованого стану; б) загально прийнята розрахункова схема прямокутного елемента, який працює на згин.

Згідно існуючої методики розрахунку залізобетонних елементів прямокутного поперечного перерізу з одиничним армуванням, які працюють на згин, [1] (рис.1.б) міцність елемента буде забезпечена, якщо максимальний зовнішній згинальний момент M не перевищує моменту внутрішніх сил, тобто мінімальну несучу здатність елементу  $M \leq M_{\mu}$ .

Рівнодійні зусиль:

в стиснутій зоні бетону —  $N_b = R_b \cdot bx$ ; в розтягнутій арматурі —  $N_S = R_S \cdot A_S$ ,

де: x – висота стиснутої зони; b – ширина елементу;  $A_s$  – площа поперечного перерізу елементу.

Висота стиснутої зони бетону визначається за формулою:

$$x = \frac{R_s \cdot A_s}{R_b \cdot b}.$$
 (1)

Мінімальна несуча здатність елементу буде:

$$M_{u} = R_{b} \cdot bx \left( h_{0} - 0, 5x \right) = R_{b} \cdot bx h_{0} \left( 1 - 0, 5\xi \right), \tag{2}$$

де:  $h_0 = h - a$  – робоча висота перерізу,  $\xi = h_0 / x$  – відносна висота стиснутої зони.

З метою перевірки запропоновано розрахункову схему при якій напруження в стиснутій зоні бетону змінюються за параболічним законом (рис.2)



*Рис. 2.* Розрахункова схема з розподілом напружень в стиснутій зоні бетону за параболою

Тоді напруження в бетоні по висоті перерізу мають вид:

$$\sigma_{b(\zeta)} = R_B - \frac{R_B}{\left(x^*\right)^2} \zeta^2 \tag{3}$$

Рівнодійні зусиль:

в стиснутій зоні бетону –

$$N_b = \cdot b \cdot \int_0^x \left( R_B - \frac{R_B}{\left(x^*\right)^2} \zeta^2 \right) d\zeta = \frac{2}{3} b R_b x^* ; \qquad (4)$$

в розтягнутій арматурі –  $N_{S}=R_{S}\cdot A_{S}$ ,

Висота стиснутої зони бетону визначається за формулою:

$$x^{\bullet} = \frac{3R_s \cdot A_s}{2R_b \cdot b} = \frac{3}{2}x.$$
 (5)

Центр ваги параболічного трикутника [2] знаходиться на відстані -1,5 (5/8) *x*, (рис.2).

Мінімальна несуча здатність елементу з врахуванням (4), (1) та (5) буде:

$$M_{u}^{*} = R_{b} \cdot bx \left( h_{0} - \frac{3}{8} x^{*} \right) = R_{b} \cdot bx h_{0} \left( 1 - 0, 5625 \zeta \right), \tag{6}$$

Несуча спроможність залізобетонного елемента визначена за різними розрахунковими схемами (табл.1) практично однакова, тому можна користуватися допущенням, що  $\sigma_b = R_b$ .

Таблиця 1

N⁰	Відносна висота	Відношення	Розбіжність
П/П	стиснутої зони	$M_u / M_u^*$	в %
1	$\xi = 0,05$	1,003	0,3
2	$\xi = 0, 1$	1,007	0,7
3	$\xi = 0,15$	1,01	1
4	$\xi = 0, 2$	1,014	1,4
5	$\xi = 0,25$	1,018	1,8

## Література

1. Бучок Ю.Ф. Будівельні конструкції: Основи розрахунку. – К.: Вища шк., 1994. – 447с.

2. Гурняк Л.І., Гуцуляк Ю.В., Юзьків Т.Б. Опір матеріалів: Посібник для вивчення курсу при кредитно-модульній системі навчання. – Львів: «Новий світ – 2000», 2005. – 364с.

## НЕБЕЗПЕКА ВНАСЛІДОК ВИБУХУ РОЗШИРЕННЯ ПАРИ КИПЛЯЧОЇ РІДИНИ

## мгр інж. Мазур Ю., мгр Кухарска В., мгр Гавловска Ю. Яцек Збоіна, канд. наук інж., полковник пожежної служби, заступник Директора по питаннях сертифікації і допусків Науково-Дослідний Центр Протипожежної Охорони ім. Ю. Тулішковського – Державний Дослідний Інститут, Польша

Метою статті є представлення загрози, створюваної феноменом BLEVE, пов'язаного зі зрідженим газом який зберігатиметься або транспортуватиметься в умовах підвищеного тиску. З будь якої причини пошкоджена цистерна може призвести до витіснення її вмісту, а швидке випаровування і генерування величезної кількості енергії спричинює величезні руйнування. Вибух газового балона 11 кг відповідає силі вибуху 0,7 кг тротилу (2,4,6 - три нітротолуол)[3].

Сучасна література описує явище BLEVE як вибух, що звільняє розширену пару киплячої рідини під час пошкодження посудини високого тиску[1]. Такий вибух є дуже небезпечний для рятувальників, які прибувають на місце аварії, тому що це призводить до ряду небезпечних подій.

Вибух BLEVE спричиняє наступні ризики[2]:

– ударна хвиля,

– літаючі уламки цистерни,

- сферична пожежа (Fireball) [4], а якщо вміст є отруйний і негорючий – відбудеться його токсичне розсіювання в атмосфері.

Вибух BLEVE відбувається тоді, коли рідина, що має вищу температуру кипіння від температури навколишнього середовища, буде викинута назовні цистерни.

Розглянемо такий приклад. Рідина (зріджений газ) зберігається під тиском відносно вищим ніж атмосферний, нагрівається внаслідок вогню наприклад від сусіднього резервуару. Тиск всередині цистерни починає збільшуватись. Рівень рідини починає знижуватися, тому що відкриваються запобіжні клапани які звільнюють пару в атмосферу. Нижня частина цистерни, де знаходиться залишкова рідина все ще має охолоджуючу здатність, оскільки рідина поглинає тепло, тоді як верхня частина цистерни, де є газ, таких властивостей не має. Поверхня цистерни перестає бути охолодженою від середини, а приймаючи величезну кількість тепла слабшає, і в будь-який момент може бути пошкоджена (характерне тріскотіння яке походить з резервуару, вказує на вибух, який може виникнути за кілька секунд).

Якщо зріджений газ, який міститься в цистерні при відповідній температурі і відносно високому тиску, раптом потрапить (після викиду з резервуару) під тиск і температуру значно вищі, ніж його точка кипіння, наступає перегрів рідини. І якщо температура LPG, який міститься в цистерні, перевищує граничну температуру перегріву, то це буде означати негайний вибух резервуару (BLEVE).



**Puc. 1.**  $Bu \delta y x BLEVE^1$ 

Головною причиною BLEVE [2] (біля 36% випадків) є звичайно пожежа. Другою причиною є механічне пошкодження (біля 22%), наприклад від удару в поверхню цистерни.

Небезпечні наслідки BLEVE:

- Найбільш небезпечними являються уламки резервуару. Вони спричинюють найбільшу кількість смерті. Література описує, що максимальна відстань уламка після вибуху 11 кг балону зрідженого газу може сягнути навіть 200 м.
- Сферична пожежа (Fireball). Вогненна куля завжди супроводжує BLEVE якщо рідина, яка міститься в резервуарі є пальним. Це друга причина смертності після вибуху. Ступінь теплового випромінювання та розмір вогненної кулі залежить від маси палива, що міститься в резервуарі.
- Третьою загрозою є токсична дисперсія, яка утворюється тільки при наявності токсичних речовин. Вибух супроводжує отруйна хмара, яке може привести до загибелі людей. Напрямок і швидкість поширення залежатиме від метеорологічних умов (вітер, дощ, спека).



**Рис. 2.** Явище BLEVE (Fireball) на атомній електростанції Фукушіма, Японія<sup>2</sup>

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> https://en.wikipedia.org [досту п 01-02-2016]

Лаборанти і дослідники які проводять експерименти з явищем BLEVE вказують, що 11кг балон зрідженого газу, який часто використовується в газових печах, від початку пожежі до розриву захисного плаща і вибуху, має час біля 3-10 хв. Це час, який відповідає прибуттю підрозділів пожежно-рятувальної служби на місце події. Пожежники повинні виявити особливу обережність в боротьбі з цього виду загрозою.

#### Література

[1] Birk, A. M., Davison, C., & Cunningham, M. (2007). Blast overpressures from medium scale BLEVE tests. *Journal of loss prevention in the process industries*, 20(3), 194-206.

[2] Abbasi, T., & Abbasi, S. A. (2007). The boiling liquid expanding vapour explosion (BLEVE): Mechanism, consequence assessment, management. *Journal of Hazardous Materials*, 141(3), 489-519.

[3] Stawczyk, J. (2003). Experimental evaluation of LPG tank explosion hazards. *Journal of hazardous materials*, 96(2), 189-200.

[4] Salamonowicz Z., Majder-Łopatka M. (2013/2) Scenariusze awaryjne podczas zdarzeń z LPG. Mechanizm wybuchu BLEVE, (36) 31-39 издание СNBOP-PIB

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> http://www.eitb.eus/eu/bideoak/osoa/804562/fukushimako-hondamendia/[доступ 01-02-2016]

#### УДК 614.841

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ НАГРІВУ НАФТИ ТА НАФТОПРОДУКТІВ У ВЕРТИКАЛЬНИХ СТАЛЕВИХ РЕЗЕРВУАРАХ В СТАЦЮНАРНОЮ ПОКРІВЛЕЮ

#### Михайлишин М.Р.

#### Семерак М.М., д-р техн. наук, професор, лауреат Державної премії України у галузі науки і техніки, заслужений діяч науки і техніки України Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

На сьогоднішній день в Україні та світі є актуальною проблема пожеж на складах нафти і нафтопродуктів. Пожежі, що виникають на нафтобазах, нафтопереробних заводах та інших об'єктах на яких обертаються нафтопродукти, наносять значні матеріальні збитки і часто призводять до загибелі людей. Легкозаймисті та горючі рідини на таких обєктах зберігаються у резервуарах, які різняться за своїм призначенням, будовою, конструкцією та розташуванням в просторі. Згідно статистичних даних [1] серед встановлених безпосередніх причин виникнення пожеж у резервуарах для зберігання нафти і нафтопродуктів найбільш розповсюдженими є вогневі роботи, через які виникло 26.9 % пожеж. Необережне поводження з вогнем під час ремонту резервуарів, електричні та механічні іскри, а також гарячі вихлопи від глушника автомобіля були причиною 11.6 % від загальної кількості пожеж у резервуарах. В цілому під час очищення та ремонту резервуарів виникло 37,2 % пожеж від їх загальної кількості, 18 % від загальної кількості пожеж виникли від самозаймання пірофорних відкладень, причому 64% таких пожеж зафіксовано на об'єктах видобування нафти і 36 % – у резервуарних парках нафтопереробних заводів. За решту відсотків «відповідають» підпали та інші причини. Частка пожеж від цих джерел запалювання істотно відрізняється для різних галузей промисловості. Найбільш небезпечним з точки зору можливості виникнення пожеж є весняно-літній період.

Пожежі на об'єктах, де розміщенні резервуари з нафтопродуктами дуже швидко набувають великих розмірів і характеризуються: вибухом резервуарів, вибухом пароповітряних хмар, спіненням та викидом нафтопродукту, потужними тепловими потоками, високою температурою полум'я, яка може сягати 1500 °C.

Вскипання і викид нафти і нафтопродуктів відбувається через наявність в їхньому складі води. В середньому в нафті міститься до 10% води. Також вода утворюється при вигоранні нафти. Коли вода досягає температури 100°С вона закипає, перетворюючись у пару. Як відомо 1 літр води перетворюється у 1500 літрів пари. Таким чином у резервуарі утворюється так звана «парова подушка», яка піднімається вгору і викидає нафту. При менш інтенсивному пароутворені на поверхні нафти утворюється піна, яка піднімається на поверхню резервуару і виливається продовжуючи горіння. Перед викидом нафти створюється характерний звук – гул. В даній роботі ми досліджували процес нагрівання нафти від теплових потоків в середині вертикального сталевого резервуару з стаціонарною покрівлею без понтона (СП). Резервуари із стаціонарною покрівлею будуються з номінальним об'єм від 100 м<sup>3</sup> до 50 000 м<sup>3</sup> [2]. При розв'язанні даної задачі було розглянуто два випадки: *a*) теплове випромінення від бічних стінок резервуара; *б*) теплове випромінення від стаціонарної покрівлі резервуара (рисунок 1).





**Рисунок 1 а** – Схематичне зображення процесу нагріву нафти в резервуарі від бічних стінок

**Рисунок 1 б** – Схематичне зображення процесу нагріву нафти в резервуарі від стаціонарної покрівлі

За формулою (1) знайдено інтенсивність теплового потоку від внутрішніх стінок резервуара, що нагрівається від зовнішньої пожежі, на нестаціонарне температурне поле нафтопродуктів [3]

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

де  $\varepsilon_{npu} = \left(\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1\right)^{-1}$  – приведений ступінь чорноти системи нафта-стінка

резервуара;  $\varepsilon_1$  – ступінь чорноти стінки резервуара 1;  $\varepsilon_2$  – ступінь чорноти поверхні нафти;  $\psi$  – кутовий коефіцієнт випромінення,  $T_I$  – температура дзеркала нафти, що нагрівається від теплового потоку, K;  $T_2$  – температура внутрішньої стінки резервуара, що нагрівається внаслідок зовнішньої пожежі, K.

З метою дослідження процесу прогрівання нафти по глибині резервуара, розв'язано нестаціонарне рівняння теплопровідності, розв'язок якого має вигляд [4]

$$t(x,\tau) = \frac{2q}{\lambda} \cdot \sqrt{a\tau} \cdot \left(\frac{1}{\pi} \cdot \exp\left(-\left(\frac{x}{2\sqrt{a\tau}}\right)^2\right) - \left(\frac{x}{2\sqrt{a\tau}}\right) erfc\left(\frac{x}{2\sqrt{a\tau}}\right)\right)$$
(2)

де  $a = \frac{\lambda}{c \cdot \rho}, \left(\frac{M^2}{c}\right)$  – коефіцієнт температуропровідності; с – теплоємність нафти,  $\left(\frac{\mu_{\mathcal{H}}}{\kappa_{\mathcal{C}} \cdot \kappa}\right); \lambda$  – коефіцієнт теплопровідності нафти,  $\frac{Bm}{M \cdot \kappa}; \rho$  – густина нафти, x – товщина слою нафти, м.

За формулою (2) проведені розрахунки зміни температурного поля по глибині шару нафти з плином часу. Результати досліджень представлені графічно на рисунку 2



**Рисунок 2** – Зміна температури нафти в залежності від глибини її шару за час 100 с, при обємі резервуара 1000 м<sup>3</sup>.

Аналіз рисунку 5 показує, що за 100 секунд поверхневий шар нафти прогрівається на глибину 1,5 см. При досягнені такої температури нафта починає інтенсивно випаровуватися.

#### Література

1. Гришин В.В. Состояние и проблемы противопожарной защиты резервуаров // Теоретические и экспериментальные вопросы автоматического пожаротушения: Сб. науч. тр. – М.: ВНИИПО МВД СССР, 1987. – С. 24-32.

2. ВБН В.2.2-58.2-94. Резервуари вертикальні сталеві для зберігання нафти і нафтопродуктів з тиском насичених парів не вище 93,3 кПа.

3. Зигель Р. Хауэлл Дж. Теплообмен излучением. – М.: Мир, 1975. – 936 с.

4. Лыков А.В. теория теплопроводности. - М.: Высшая школа, 1967. - 600 с.

УДК 351.861

# СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ТА ОПОВІЩЕННЯ

## Мущинка М.Б.

Веселівський Р.Б., канд. техн. наук, доцент Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Безпека життєдіяльності значною мірою залежить від своєчасності та результативності вжитих заходів по захисту населення, а також персоналу підприємств, установ і організацій при виникненні та під час ліквідації надзвичайної ситуації.

Заходи щодо попередження надзвичайних ситуацій полягають у здійсненні організаційних, інженерно-технічних та інших заходів спрямованих на зниження можливості виникнення надзвичайної ситуації, а також зменшення масштабів їх наслідків.

Для запобігання надзвичайним ситуаціям і підвищення рівня захищеності об'єктів однією з основних вимог для створення розділу інженерно – технічних заходів цивільного захисту є створення систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій і локальних систем оповіщення людей у разі їх виникнення(СРВНСО) [1].

Автоматизовані системи раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення поділяються за призначенням на хімічно небезпечні об'єкти, вибухонебезпечні об'єкти, радіаційно-небезпечні об'єкти (крім атомних електростагцій), біологічно небезпечні об'єкти, гідротехнічні споруди будівель і споруд.

Автоматизовані системи повинні здійснювати з оперативністю, точністю, надійністю і достовірністю такі функції, як [3]:

1) Безперервно та автоматично проводити вимірювання значень параметрів джерел техногенної або природної небезпеки;

2) Здійснювати контроль параметрів щодо відповідності їх режимам технологічного процесу і потенційно-небезпечним об'єктам;

3) Автоматично та оперативно проводити інформування працівників щодо досягнення до критичних і критичних значень параметрів, які вони контролюють;

4) Автоматично та оперативно проводити інформування посадових осіб щодо фактів досягнення критичних значень параметрів, які вони контролюють;

5) У разі спрацюванні ручних сповіщувачів, повинні автоматично включати зональне оповіщення працюючого персоналу цеху, складу, виробничого майданчика, де зафіксонаві ознаки виникнення аварійної ситуації; 6) Автоматично передавати на пульт керування цієї системи інформацію щодо досягнення до критичних чи критичних значень параметрів, що контролюють;

7) Автоматично проводити діагностування працездатності основних складових автоматизованої системи раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення;

8) Автоматично проводити оповіщення відповідальних посадових осіб підприємства, у станови і організації, які знаходяться у зоні можливого у раження, а також населення, яке знаходиться у прогнозованих зонах у раження.

У випадку виявлення загрози виникнення або виникнення надзвичайної ситуації система раннього виявлення надзвичайних ситуацій та о повіщення має:

- автоматично провести інформування про виявлену загрозу осіб, які є відповідальними за виконання дій для недопущення виникнення надзвичайної ситуації або зменшення їх наслідків;
- здійснити оповіщення та передавання до системи централізованого пожежного і техногенного спостереження певних сигналів.

Вихідними даними для виявлення системою раннього виявлення НС та оповіщення ознак щодо загрози виникнення надзвичайної ситуації, а також встановлювати можливі сценарії її розвитку є інформація щодо:

1) Концентрації у повітрі газоподібних небезпечних хімічних речовин;

2) Напрямку і швидкості вітру, температури повітря та інших умов;

3) Кількості небезпечних речовин, які перебувають в резервуарах і ємкостях;

4) Температури і тиску небезпечних речовин та сумішей, які знаходяться в трубопроводах, ємкостях, резервуарах.

В якості джерела первинної інформації для СРВНСО використовують, зазвичай, існуючі на об'єкті технологічні датчики і сигналізатори промислової автоматики, які входять до складу протиаварійного захисту.

## Література

1. Наказ МНС від 15.05.2006 №288 "Про затвердження Правил улаштування, експлуатації та технічного обслуговування систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення людей у разі їх виникнення";

2. СОУМНС 75.2-00013528-003:2011 Автоматизовані системи раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення. Типи і загальні вимоги;

3. ДБН В.2.5-76:2014 Автоматизовані системи раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій та оповіщення населення.
УДК 621.0

#### ДИНАМІЧНЕ БАЛАНСУВАННЯ РОТОРІВ МАШИН

# Олексієнко М. О.

# Боднар Г. Й., канд. техн. наук, доцент Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

В багатьох галузях, зокрема ракетній, авіаційній, хімічній та інших широко використовуються машини та насосні агрегати, які містять обертові елементи – швидкісні ротори. Під час експлуатації таких машин і агрегатів можуть виникати шуми та вібрації, які спричиненні залишковим дисбалансом. Це негативно впливає на обладнання і створює несприятливі, а іноді і небезпечні умови праці. Ці процеси з часом можуть посилюватися. Тому потрібно проводити балансування таких роторів. Балансування проводять на спеціальних балансувальних верстатах.

Відомо, що в будь-якому обертовому елементі машини чи агрегату, в якому вісь обертання не співпадає з головною центральною віс'ю інерції під час обертового руху виникають сили інерції. Якщо залишкові маси знаходяться по обидва боки від осі обертання, то ці сили створюють момент пари сил інерції. Цей момент при обертанні буде намагатися повернути ротор так, щоб лінія, яка проходить через центр мас і яка з'єднує залишкові маси стала перпендикулярною до осі. Це збільшує навантаження на підшипники опор і є причиною виникнення шуму та вібрації, яка пов'язана з незрівноваженістю обертових мас.

Точного співпадіння осей при виготовлені ротора досягнути важко через неточності обробки і зборки, неоднорідності матеріалу тощо. Під час експлуатації незрівноваженості можуть виникати через деформації, зношення і місцевому пошкодженні ротора.

Згідно літературних джерел причинами виникнення вібрацій в роторних машинах є:

- незрівноваженість - 50%,

- неякісне виконання балансування – 30%;

- механічні, електричні та інші несправності - 20 %.

Незрівноваженість поділяється на статичну і динамічну. Для повного зрівноваження ротора недостатньо, щоб була забезпечена статична зрівноваженість, оскільки її достатньо тільки для об'єктів, які розглядають як плоскі фігури, а ротор розглядають як об'ємну фігуру. Динамічна незрівноваженість виникає коли вісь ротора і його головна центральна вісь інерції перетинаються не в центрі мас ротора (рис.1).



В площинах незрівноважені маси  $m_1$  і  $m_2$  знаходиться на відстані  $r_1$  і  $r_2$  від осі. Тому за рахунок цих мас виникають відцентрові сили інерції, які також обертаються з кутовою швидкістю  $\omega$ :  $F_{1}=m_1r_1\omega^2$ ,  $F_{2}=m_2r_2\omega^2$ . Ці сили можна розкласти на складові по осі ОХ і ОУ:

 $F_{1x}=F_1\cos\omega t, F_{1y}=F_1\sin\omega t; F_{2x}=F_2\cos\omega t, F_{2y}=F_2\sin\omega t.$ 

Під час балансування швидкість обертання ротора  $\omega$  повинна підтримуватися на заданому рівні з високою точністю. Це дасть більш точні результати балансування, а значить такі ротори в машинах і агрегатах не спричинятимуть шуми і вібрації. Добре збалансовані ротори дозволять підвищити продуктивність агрегату і термін його експлуатації та створити сприятливі умови праці. Усунення дисбалансу здійснюється свердлуванням отворів у пакеті ротора або приварюванням балансувальних тягарців.

На балансувальному верстаті моделі 9718 динамічне балансування роторів масою від 30 до 3000 кг проводиться при таких швидкостях

30кг —	100 кг —	300 кг —	1000 кг —	3000 кг —
1600 об/хв	1200 об/хв	1000 об/хв	800 об/хв	500 об/хв



Спрощена схем абалансувального верстата наведена на рис.2. У такій схемі високу точність регулювання швидкості обертання ротора можна досягнути за рахунок системи електроприводу. Тому для верстата моделі 9718 нами запропоновано електропривод, виконаний за схемою «перетворювач частоти – асинхронний двигун», що забезпечує стабільну швидкість обертання балансувального виробу в діапазоні від 200 до 1600 об/хв з точністю підтримування встановленої швидкості до 0.1 % ( $\omega = \frac{\pi n}{30}$ , n – швидкість обертання ротора, об/хв.)

#### Література

*Кіницький Я. Т.* Теорія механізмів і машин: Підручник. — К.: Наукова думка,2002. — 660 с.

# УДК 621.3; 614.841.3

# ЗАСТОСУВАННЯ ПРОТИПОЖЕЖНИХ ПАРАМЕТРІВ У КАБЕЛЬНІЙ ПРОДУКЦІЇ

# Олішевський І. Б.

# Рудик Ю. І., канд. техн. наук Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Кабелі всіх марок і дроти відносяться до кабельно-провідникової продукції, яка характеризується високою пожежною небезпекою через наявність горючих матеріалів та можливість появи високоенергетичного джерела запалювання при аварійних режимах роботи в електромережі. Так кабельна продукція включає в себе силові, мідні, контрольні, броньовані, алюмінієві вироби, а також неізольовані і ізольовані проводи. При виготовленні кабельної продукції, кабелі повинні проходити ряд випробувань перед їх експлуатацією. Усі кабелі повинні мати протипожежні властивості. До таких властивостей відносяться:

1. Без галогенів при пожежі не утворюється корозійний газ (Cl, Br, Fl, I). Вони не повинні зберігати галогенів, тому до мінімуму знижують ступінь загрози для здоров'я чи цінних речей ГОСТ 12.1.044-89 п.4.20.

2. Непоширення горіння в пучках (самозатухаючі). Кабеля складаються з високоякісних, важкогорючих матеріалів, тому вони рахуються самозатухаючими, не поширюючими горіння в пучках. ГОСТ 12176-89 п.3 кат.А.

3. Непоширення горіння при поодинокій прокладці. Кабеля не поширюють горіння при поодинокій прокладці. Тому поширення пожежі через локальні джерела загоряння буде реальним. ГОСТ 12176-89

4. Пониження виділення диму. При горінні кабеля утворюють невелику кількість диму. Тому пожежним не потрібно буде застосовувати додаткові виходи. ГОСТ 12.1.044-89 п.4.18.

5. Збереження ізоляції (ІЕ 180). Завдяки функції збереження ізоляції, кабеля гарантують збереження функціональності окремого кабелю на окремий відрізок часу. (ІЕ – час збереження оболонки при пожежі). (DIN VDE 0472-814).

Перша вимога до виробників кабельної продукції – висока якість.

Для нас обов'язковим є те, що кожний продукт має відповідати важливими стандартам з якості, більшість з яких впливають на стан безпеки, перед тим, як запустити його в експлуатацію.

Перевірка на збереження функціональності електричних кабельних систем. Збереження працездатності проводів забезпечено, якщо проводи відповідають вимогам стандарту DIN 4102, (Збереження працездатності Е90 або Е30).

Тривалість збереження працездатності не менше 30 хвилин для:

- установок аварійного освітлення,
- пасажирських ліфтів з пристроєм,
- управління на випадок пожежі.

Зміна температури і вологості повітря. За допомогою даного методу перевірки контролюють електричні параметри (NF і HF) одного кабеля передачі даних і зміни температури і зміни вологості.

Міцність і розтягування. За допомогою даного методу перевіряють відношення електричних параметрів NF і HF як функції сили тяги кабелю передачі даних, які будуть утворюватия під час притягнення кабелю.

Багаторазовий згин. Визназають згин кабеля передачі даних, коли пробний кабель неодноразово перевертають вперед і назад на 180 градусів.

Скручування. Під час протягнення оптично-волокнистий кабель повинен витримувати навантаження сили тяги.

Висновок: Під час виготовлення кабельної продукції, виробники і покупці даної продукції ігнорують перевірку випробовуванням даної продукції. Актуальним є виготовлення випробовувального стенду, який дозволить якісно та за малих затрат проводити випробовування кабельної продукції за найважливішими параметрами пожежної безпеки.

#### Література:

- 1. http://www.vltukrin.com.ua/kabel-ognestoikii/kabel-nhxh-fe180e90.html#
- 2. INPUK Німецькі кабельні системи від «PUK-Werke KG»

УДК 351.861

# ОРГАНІЗАЦІЯ ВЗАЄ МОДІЇ РІЗНИХ СЛУЖБ ПІД ЧАС РЕА-ГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ

# Орловський Д.М. Кузиляк В.Й. Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

За даними фахівців Управління прогнозування ДСНС України за останні десять років тільки в Україні зареєстровано 4607 НС, у тому числі 2515 техногенного, 1658 природного характеру та 434 соціальні НС. Частка НС державного рівня складає 1,9% (89 НС), регіонального – 7,3 % (335), решта місцевого та об'єктового рівнів (відповідно 33,6 % та 57,2%). Відповідні дані статистики лише підтверджують актуальність питання відпрацювання злагоджених дій щодо реагування на надзвичайні ситуації всіх функціональних підсистем Єдиної державної системи цивільного захисту.

Організація взаємодії між органами управління, силами цивільного захисту (ЦЗ) під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій є однією із важливих умов їх ефективності і результативності. Аналіз дій органів і підрозділів ЦЗ з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій (НС) свідчить про наявність ряду проблемних питань пов'язаних якраз з організацією взаєм оузгоджених дій суб'єктів ЦЗ під час виконання завдань за призначенням. В першу чергу ці питання стосуються розуміння самої суті взаємодії як однієї із форм управління. Друга складова проблеми пов'язана з невизначеністю змісту взаємодії. Це все унеможливлює чітко спланувати і реалізувати сумісні дії взаємодіючих служб ЦЗ, а в деяких випадках призводить до прояв відомчих або місцевих інтересів.

Організація реагування на HC полягає у поетапному здійсненні організаційних і управлінських заходів від планування реагування на HC, інформування, переведення органів управління і сил у вищі ступені готовності, безпосереднього управління ними, організації взаємодії і всебічного забезпечення до забезпечення безпеки людей в зоні HC.

На практиці, при ліквідації НС, взаємодія в багатьох випадках розглядається з точки зору організації виконання кожним суб'єктом ЦЗ функціональних завдань у відриві від проблем служб інших відомств.

Стаття 9 Кодексу цивільного захисту України наголошує, що функціональні системи єдиної державної системи цивільного захисту створюють центральні органи виконавчої влади у відповідній сфері суспільного життя. Кабінет Міністрів прийняв постанову від 11 березня 2015 року № 101 «Про затвердження типових положень про функціональну і територіальну підсистеми єдиної державної системи цивільного захисту». Цей документ визначає основи створення функціональної і територіальної підсистеми, їх склад, завдання та рівні. На сьогоднішній день ліквідацією НС в більшості випадків займається ДСНС України. Але відповідно до міжнародної практики та вимог вітчизняного законодавства, саме керівництво створеної територіальної підсистеми ЕДС ЦЗ (із затвердженим положенням, спеціалізованою службою й формуванням ЦЗ) мусить організовувати реагування на НС. Такий підхід до справи дасть змогу повноцінно й повному обсязі виконувати важливі завдання.

Практичним кроком визначення порядку при взаємодії в НС є розробка планів всіх його учасників. При цьому основною проблемою є визначення пріоритетних напрямів в організації спільних заходів суб'єктів при ліквідації НС. Плани взаємодії повинні відображати мету взаємодії: хто кому надає інформацію, коли це відбувається, яким чином здійснюється процес; процедури інформування і консультації; аналіз ризиків виникнення НС; обговорення дій з реагування на НС. Сутність взаємодії при виконанні завдань при ліквідації НС міститься в узгодженні і поєднанні організаційно**управлінських** інженерно-технічних та оперативно-тактичних рішень суб'єктів, які задіяні для проведення робіт з ліквідації НС, як за цілями, завданнями, способами їх виконання так і за місцем та часом. Ефективність виконання завдань в умовах НС підрозділами різного підпорядкування буде залежати, в першу чергу, від організації взаємодії принаймні двох суб'єктів.

#### Література

1. Кодекс цивільного захисту України від 02.10. 2012 р. № 5403- VI.

2. Постанова Кабінету Міністрів України від 11.03.2015 № 101 «Про затвердження типових положень про функціональну і територіальну підсистеми єдиної державної системи цивільного захисту».

3. Наказ МНС України від 5 жовтня 2007 року № 685 «Організація управління в надзвичайних ситуаціях».

4. Наказ МНС України від 13 березня 2012 року № 575 «Статут дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативнорятувальної служби цивільного захисту».

#### УДК 614.842

# ВПЛИВ СКЛАДУ ЦЕМЕНТНОГО В'ЯЖУЧОГО НА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ БЕТОНУ

# Пархоменко В. – П. О.

# Гивлюд М. М., д-р техн. наук, професор, НУ "Львівська політехніка" Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Один з головних факторів, який визначає поведінку бетонних конструкцій в умовах пожежі, є висока температура, в наслідок чого вони втрачають несучу здатність та руйнуються. Одночасна дія високих температур та механічних навантажень призводить до виникнення у конструкціях зсідання, теплових деформацій та повзучості.

Вогнестійкість бетону в умовах пожежі залежить від фазового складу та виду в'яжучого і заповнювача, а також їх термомеханічних властивостей.

В даний час все більшого значення набувають композиційні цементи, які є альтернативою традиційному портландцементу. Згідно ДСТУ Б В.2.7-46:2010 "Цементи загально будівельного призначення. Технічні умови" та ЕN 197 "Сборник европейских стандартов по цементу" вони виділені як окремий тип "композиційні цементи", в яких згідно вимог повинні міститися не менше двох видів мінеральних добавок гідравлічної та пуцоланічної дії. Введення таких добавок суттєво впливає на водопотребу в'яжучого та його міцність. У зв'язку з цим значний практичний інтерес викликає вплив композиційного в'яжучого на вогнестійкість бетону.

Методами фізико-хімічного аналізу вивчено процеси деструкції композиційного в'яжучого бетону. Згідно даних диференційно-термічного аналізу виявлено три енодоефекти при 130°C-140°C, 510°C-520°C та 780°C відноситься до гідрокарбонату кальцію.

Встановлено, що у процесі нагрівання бетону на основі композиційного в'яжучого при нагріванні до 400°С проходить збільшення пористості на 30-40%. В інтервалі температур 400-800°С пористість бетону зростає у 2,5-3,2 рази внаслідок дегідратації гідратних сполук складових цементного каменю, що призводить до руйнування бетонних конструкцій. Подальше нагрівання до 1000 °С призводить до часткового зменшення пористості на 10-15 % за рахунок спікання бетону, а саме наявності в ньому доменного шлаку.

Вивчено зміну фізико-механічних властивостей бетону на основі композиційного в'яжучого. Встановлено, що при нагріванні бетону до температури 200°С міцність на стиск зростає на 4-7% внаслідок ущільнення його структури за рахунок виділення води із гелеподібних складових в'яжучого та кристалізації портландиту. Нагрівання бетону до 500°С призводить до зниження міцності на 27-29% внаслідок дегідратації продуктів тверднення. Подальше нагрівання до 1000°С призводить до зниження міцності бетону на 75-80%, що фактично веде до його руйнування. Тому, використання композиційного цементу для виготовлення бетону замість портландцементу є вигідним з економічної точки зору. але при цьому вогнестійкість бетонних конструкцій підвищується на 8-12%, що є недостатньою. Отже, для підвищення вогнестійкості бетонних будівельних конструкцій необхідно проводити технологічні заходи або їх обробку вогнезахисними матеріалами.

#### Література

1. Батушкин В. И. Защита строительных конструкций от коррозии, старения и износа. / В. И. Батушкин. – Харків: Вища школа, 1989. – 168 с.

2. Здоров А. Н. Композиційні цементи, як шлях енергозбереження в будівельному комплексі // Бетоні залізобетон в сучасному будівництві: актуальні питання виробництва та застосування. – К., 2006, – с. 103 – 106.

3. Малоенергомісткі композиційні цементи / М. А. Саницький, Х. С. Соболь, О. Р. Позняк, О. Т. Мазурак // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – 2001, – № 426 : Хімія, технологія речовин та їх застосування. – с. 37 – 40.

## УДК 656.13:614.84

## ДО ПРОБЛЕМИ ПОЖЕЖ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

# Пеньков О.М. Гаврилюк А.Ф., канд. техн. наук Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Кількість пожеж на легкових, вантажних автомобілях і автобусах (автомобільні транспортні засоби – АТЗ) у всьому світі постійно зростає з темпами, що перевищують зростання чисельності АТЗ [1]. Пожежі на АТЗ відносяться, як правило, до важких аварій і часто призводять до травматизму та людських жертв. Щорічно світовий центр пожежної статистики Міжнародної асоціації пожежно-рятувальної служби (СТІГ) публікує статистичні дані, де зазначено, що в світі щороку відбувається 1-1,1 млн. пожеж на АТЗ, що становить 16-18% від загальної кількості пожеж, на яких гине 2,8-3 тис. людей, а матеріальні збитки становлять понад 1 млрд. доларів США [2].

В Україні, як і в світі, також існує тенденція до зростання кількості пожеж на транспорті. За останні п'ятнадцять років в Україні виникло близько 50 тис. пожеж на АТЗ, в наслідок яких загинуло 546 та постраждало 1582 особи. Лише прямі матеріальні збитки завдані пожежами, які сталися протягом зазначеного періоду, становлять 992 млн. 859 тис. грн. [3]. Варто відмітити, що в Україні у 2013 році, порівняно з 2000 роком, кількість пожеж даного роду зросла у 1,8 рази, а прямі матеріальні збитки – у 14 разів!

Найбільш частими причинами пожеж транспортних засобів під час їх експлуатації є несправності (коротке замикання та перенавантаження) електричної та паливної систем. Так, наприклад, в Австрії пожежі на транспортних засобах спричинені порушенням режиму роботи електричної системи, становлять 38% від загальної кількості пожеж автомобілів [4]. Рідше виникають пожежі внаслідок порушення герметичності елементів гідравлічного обладнання та випускної системи двигуна.

Низка пожеж транспортних засобів виникає внаслідок розплавлення деталей (паливо- і маслопроводів тощо) під дією газів, що виходять з зруйнованого випускного трубопроводу, а також в наслідок попадання палива, мастил та гідравлічних рідин на високонагріті поверхні двигуна та турбокомпресора, внаслідок порушення герметичності арматури паливних та гідравлічних систем.

Причинами пожеж у гаражах та на стоянках є необережне поводження з вогнем, порушення правил пожежної безпеки під час запуску двигуна, дефекти паливної системи та іскри.

За даними [5] пожежі внаслідок дорожньо-транспортних пригод (ДТП) після удару виникають в 54% у моторному відсіку і в 33% – у бензобаку. Без ДТП пожежі в середньому виникають в 58% випадків у моторному відсіку, 18% – у салоні або кабіні та близько 26% – у інших місцях (багажник, колеса, тощо). Розподіл місця виникнення пожеж у різних за призначенням транспортних засобах є неоднаковий, про те у всіх транспортних засобах пожежі, які виникли у відсіку двигуна, є домінуючими.

Беручи до уваги вищесказане можна стверджувати, що пожежі AT3 з роками зростають і завдають серйозних людських жертв та матеріальних втрат. Тому дослідження даного роду пожеж та розроблення заходів спрямованих на зниження пожежної небезпеки AT3 є актуальною проблемою сьогодення. Разом з тим актуальною залишається проблема пошуку та обгрунтування оптимальної системи протипожежного захисту транспортних засобів.

#### Література

1. Брушлинский Н. Н. Мировая пожарная статистика в начале XXI века /Н. Н. Брушлинский, С. В. Соколов //Пожарная безопасность. – М.: 2005, № 5. – с. 78 – 88.

2. Офіцйний сайт Національної асоціації протипожежної служби США (National Fire Protection Association. The authority on fire, electrical and building safeti) [Електроний ресурс] Режим доступу до ссилки: http://www.nfpa.org

3. Офіційний сайт Українського науково-дослідного інституту цивільного захисту: http://www.undicz.mns.gov.ua/content/. [Електронний ресурс] / Розділ Статистика / Аназіз масиву карток обліку пожеж, режим доступу до посилання: http://www.undicz.mns.gov.ua/content/amkop.html.

4. 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.

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

#### УДК 331.4

# СУПЕРЕЧНОСТІ У ЗАКОНОДАВСТВІ ПОРЯДКУ ЗДІЙСНЕННЯ НАГЛЯДУ ТА КОНТРОЛЮ ЗА ОБ'ЄКТАМИ

# Пенькова О.С. Сукач Ю.Г. Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Протягом півтора року тривав мораторій на проведення планових та позапланових перевірок суб'єктів господарювання незалежно від форми власності та ступеня ризику працівниками Державної служби України з надзвичайних ситуацій (далі – ДСНС). Такий мораторій міг тривати і в подальшому, але 8 червня 2015 року виникла велика пожежа на нафтобазі у Васильківському районі Київської області мережі «БРСМ-нафта». За результатами причин розслідування даної пожежі було встановлено, що працівники даного підприємства не дотриму вались елементарних вимог безпеки праці та пожежної безпеки.

Своїм розпорядження Кабінет міністрів України дозволив проводити перевірки об'єктів за високим ступенем ризику на дотримання ними вимог цивільного захисту, техногенної та пожежної безпеки.

До таких об'єктів за певних обставин відносяться автозапрані станції, хімічно-небезпечні об'єкти, нафтобази та інші об'єкти, на яких можуть виникнути надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру, що загрожують життю населенню та природному середовищу.

Вищезгадана постанова передбачає ряд змін та су перечностей з Законами України, зокрема: – п. 9 постанови – у разі, коли за результатами не менш, як двох останніх планових заходів державного нагляду (контролю), проведених протягом останніх двох років, не виявлено фактів порушення вимог законодавства у сфері техногенної та пожежної безпеки, ліцензійних умов, насту пна планова перевірка такого суб'єкта господарювання проводиться не раніше, ніж через установлений для відповідного ступеня ризику період, збільшений у 1,5 раза; – п. 10 постанови – у разі, коли суб'єкт господарювання може бути віднесений одночасно до двох або більше ступенів ризику, такий суб'єкт належить до більш високого ступеня ризику з числа тих, до яких він може бути віднесений.

Кожна з даних вимог не передбачена законом України «Проосновні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності», яким і визначається необхідність критеріїв визначення ступеня ризику та терміни проведення планових та позапланових перевірок підприємств, установ та організацій.

Пункт 10 постанови робить ще більш незрозумілим порядок визначення об'єктів за ступенем ризику з різними критеріями на одному об'єкті. У відповідності до постанови Кабінету Міністрів України від 11 липня 2002 р. № 956. У разі, коли до складу потенційно небезпечного об'єкта за адміністративною ознакою входять дільниці, відділення або окремі установки з небезпечними речовинами, що знаходяться на відстані понад 500 метрів одна від одної, вони вважаються окремими потенційно небезпечними об'єктами. Що я маю на увазі. На території Львівської області є велика кількість об'єктів, які займають велику території, зокрема Жидачівський паперово целюлозний комбінат (загальна площа майже 100 гектарів) та Миколаєвський Цементрий завод (загальна площа 10 гектарів). На території даних підприємств розміщенні певні потенційно небезпечні об'єкти, що занесені до державного реєстру як окремі об'єкти. Виходячи з чинного законодавства, такі об'єкти за критеріями відносяться до об'єктів високого ступеня ризику тільки з питань пожежної безпеки, а з питань цивільного захисту та техногенної безпеки це декілька окремих об'єктів, і тут виникає питання, як в цілому визначити ступінь ризику таких об'єктів і, як правильно проводити їх перевірку?

25 листопада 2015 року у Міністерстві юстиції України за № 1467/27912 зареєстровано наказ Міністерства внутрішніх справ України від 02.11.2015 року № 1337, який передбачає організацію та порядок проведення перевірок суб'єктів господарювання працівниками ДСНС і не вносить жодного роз'яснення у вирішенні спірних питань законодавства.

#### Література

1. Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» 18 січня 2001 року № 2245-III;

2. Закону України «Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності» від 5 квітня 2007 року № 877-V;

3. Постанова Кабінету Міністрів України від 11 липня 2002 р. № 956 «Про ідентифікацію та декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки»;

4. ДСТУ 3891-99 Безпека у надзвичайних ситуаціях;

5. Постанова Кабінету Міністрів України від 4 червня 2015 р. № 361 «Про внесення змін у додаток до постанови Кабінету Міністрів України від 29 лютого 2012 р. № 306».

УДК – 331.4

# НАДАННЯ НЕЛЩЕНЗІЙНИХ ПОСЛУГ СУБ'ЄКТАМ ГОСПОДАРЮВАННЯ АУДИТОРАМИ

## Пенькова О.С.

#### Сукач Ю.Г.

#### Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

При проведенні перевірки об'єктів, або його завершенні на договірній основі аудитори, або їх помічники можуть надавати інші послуги пов'язані з питаннями цивільного захисту, техногенної та пожежної безпеки, що не потребують ліцензії на їх вид діяльності, до яких можна віднести:

## а. Виконання робіт з розробки:

планів – захисту працівників підприємства, реагування на НС техногенного характеру та природного характеру; – навчання персоналу діям у разі виникнення НС та пожеж; – евакуації працівників у разі загрози або виникнення НС, – локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій;

- положень та посадових інструкцій: об'єктової евакуаційної комісії;
   об'єктової комісію з питань НС; об'єктової комісію з питань ТЕБ та НС; об'єктової аварійно-рятувальної служби; добровільних пожежних формувань та пожежно-технічної комісії; постів радіаційного і хімічного спостереження; про об'єктові формувань цивільного захисту;
- повідомлень: ідентифікації потенційно небезпечного об'єкта; ідентифікації об'єкта підвищеної небезпеки;
- інструкцій: щодо виконання вимог пожежної, техногенної безпеки та порядку дій персоналу у разі виникнення НС;
- паспортів: потенційно небезпечного об'єкта; (формулярів) на обладнання, устаткування та апаратуру або системи із забезпечення їх безперебійної (безаварійної) роботи;
- заходів: безаварійного функціонування об'єктів підвищеної небезпеки; – спрямованих на забезпечення сталого функціонування суб'єктів господарювання в особливий період;
- програм: загальної підготовки працівників підприємств до дій у надзвичайних ситуаціях; – спеціальних об'єктових навчань і тренувань з питань цивільного захисту;

# б. Виконання робіт з проектування, розробки та розрахунку:

- розділу інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони) у проектній документації на існуючі об'єкти та об'єкти нового будівництва, реконструкції та технічного переоснащення;
- декларації безпеки об'єкта підвищеної небезпеки об'єкта нового будівництва, реконструкції та технічного переоснащення;
- категорії приміщень будівель, споруд та агрегатів;

# в. Надання рекомендацій з організації та проведення:

- занять: з пожежно-технічного мінімуму; на роботах з підвищеною пожежною небезпекою; – з питань пожежної, техногенної безпеки та цивільного захисту;
- створенню та оформленню: диспетчерських служб; кутків цивільного захисту;
- **перевірок:** з випробування пожежних гідрантів та внутрішніх пожежних кран-комплектів; з обслуговування пожежних рукавів;
- та інше, що має відношення до техногенної та пожежної безпеки, і не потребує відповідного дозволу, або отримання ліцензії.

# Література

1. Кодекс Цивільного захисту України;

2. Закон України «Про Основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності» від 5.04.2007 року № 877-У;

3. Постанова Кабінету Міністрів України від 29 лютого 2012 року № 306 «Про затвердження критеріїв, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності та визначається періодичність здійснення планових заходів державного нагляду (контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки»;

4. Проект Закону України «Про техногенну безпеку».

# УДК – 331.4

# СТРУКТУРА ТА ДІЯЛЬНІСТЬ АУДИТОРСЬКИХ ОРГАНІЗАЦІЙ

# Пенькова О.С.

# Сукач Ю.Г.

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Структура аудиторської організації повинна бути доволі простою і ефективною у своїй діяльності, і складатись з Вищої Ради аудиторів, аудиторів та їх помічників в областях, АР Крим, місті Києві та Севастополі.

До вищої Ради аудиторів повинні входити представники усіх регіонів нашої держави та ДСНС з числа делегованих аудиторів. На законодавчому рівні має бути розроблено положення про їх діяльність, в якому необхідно передбачити їх права, обов'язки та відповідальність.

Аудитори та їх помічники реєструються за територіальним принципом, з правом проводити свою діяльність на всій території країни, що дасть можливість створення відповідної конкуренції, і надасть суб'єктам господарської діяльності самостійно обирати аудитора. Діяльність аудиторів та їх помічників необхідно передбачити відповідним Законодавчими актами.

Аудиторами можуть бути особи:

- мають вищу освіту з стажем (досвідом) роботи у сфері наглядової діяльності з техногенної та пожежної безпеки не менше 15ти років (без отримання спеціального дозволу);
- мають вищу освіту з стажем (досвідом) роботи у сфері наглядової діяльності з техногенної, пожежної безпеки та викладацької діяльності у вищих навчальних закладах ДСНС (МНС, МВС) не менше 20-ти років, при умові викладання предметів з наглядової діяльності, або наявності відповідних наукових праць (без отримання спеціального дозволу);
- мають вищу освіту з стажем (досвідом) роботи у сфері наглядової діяльності з техногенної та пожежної безпеки не менше 10-ти років (з отримання спеціального дозволу);
- мають вищу освіту з стажем (досвідом) роботи у сфері наглядової діяльності з техногенної, пожежної безпеки та викладацької діяльності у вищих навчальних закладах ДСНС (МНС, МВС) не менше 25-ти років, при умові викладання предметів з наглядової діяльності, або наявності відповідних наукових праць (з отримання спеціального дозволу).

Для утримання дозволу на аудиторську діяльність представниками ДСНС розробляється відповідне положення спеціального навчання та прийняття іспитів на трудову діяльність аудитором. Даний дозвіл видається на термін 5-ть років. При відсутності недоліків у роботі аудитора на протязі 5ти років вони проходять переатестацію, і їм видається безтебрміновий дозвіл на проведення аудиторської діяльності. У випадку виявлення недоліків роботи аудитора, дія дозволу може бути припинена достроково рішенням Вищої Ради або в судовому порядку, у разі грубих порушень, допущених аудитором під час проведення аудиту, не виконання умов контракту у встановлені терміни та проведення аудиту на низькому професійному рівні. В такому випадку, аудитор має право на протязі року пройти повторне навчання, і при успішній здачі іспитів отримати дозвіл на аудит. При повторному позбавленні дозволу аудитор позбавляється права на повторну перездачу на онин рік, а у випадку третього його позбавлення дозволу йому забороняється займатись даним видом трудової діяльності.

Кожен аудитор має право мати помічників, кількість яких визначається у відповідності до об'єму роботи, і їх трудова діяльність проводиться у відповідності до чинного законодавства. Повноваження та роль помічників визначається відповідними функціями (повноваженнями) визначеними рішенням Вищої Ради.

Порядок видачі дозволів та реєстрацію юридичних осіб, що мають право на проведення аудиту, затверджується відповідною Постановою Кабінету Міністрів України і відповідальність за даний вид діяльності необхідно покласти на центральний орган виконавчої влади у сфері цивільного захисту, захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій та запобігання їх виникненню, тобто на працівників ДСНС.

У своїй діяльності аудитори повинні керуватись вимогами Конституції, Законів, ПКМУ та іншими нормативно-правовими актами, що стосуються їх діяльності. Усі обов'язки та права членів Вищої Ради, аудиторів та їх помічників необхідно визначити на законодавчому рівні.

## Література

1. Кодекс Цивільного захисту України.

2. Закон України «Про Основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності» від 5.04.2007 року № 877-У;

3. Проект Закону України «Про техногенну безпеку».

## УДК 614.835

# ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМІНУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗАПОБІЖНИХ ВИБУХОВИХ МЕМБРАН З ШАРОМ ЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ

# Побережник К.С. Ференц Н.О., канд. техн. наук, доцент Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Широке застосування обладнання, що працює під тиском, високі значення тиску та вакууму, які використовуються в сучасних технологічних процесах, вимагають удосконалення та збільшення ступеня надійності засобів захисту обладнання і комунікацій від небезпек, які виникають при порушенні заданих параметрів. Нерегламентоване підвищення тиску в обладнанні може бути спричинене недосконалою конструкцією апаратів і комунікацій, невірною їх компоновкою, помилковим підбором параметрів процесу та багатьма іншими причинами технологічного характеру. Актуальним є застосування в якості засобу захисту від перевищення допустимого тиску захисних запобіжних мембран [1].

При тривалому перебуванні запобіжної вибухової мембрани під постійним навантаженням, який близький до границі міцності, в кінцевому результаті відбудеться її руйнування, тобто відбудеться хибне спрацювання (спрацювання при відсутності аварійного перевищення тиску). Завчасне спрацювання мембран призводить до втрати продукту, загазованості навколишнього простору, зупинки виробництва. Тому важливо знати через який проміжок часу повинна проводитись профілактична заміна мембрани, щоб запобігти її хибному спрацюванню.

Основними факторами, що впливають на термін служби мембран є:

- корозійна стійкість матеріалу в середовищі апарата;
- температура;
- ступінь навантаження (співвідношення між робочим тиском і тиском спрацювання мембрани);
- характер навантаження (статичне, знакоперемінне, пульсуюче).

Корозія мембран є недопустимою, тому матеріал мембран повинен вибиратися з умови його максимальної корозійної стійкості в даному середовищі. Причому, чим менший час спрацювання, тим тоншою повинна бути мембрана, і, відповідно, тим більшою її корозійна стійкість. Збільшення товщини мембрани на корозію, як це прийнято в хімічному машинобудуванні, недопустиме. В залежності від швидкості корозії повинен скорочуватись термін служби мембран.

Термін експлуатації мембран в промислових умовах визначають з врахуванням всіх чинників, що впливають на їх роботу. При цьому всі окремі чинники тісно пов'язані. Зокрема, ступінь навантаження не тільки визначає повзучість матеріалу, але прискорює його корозію. Аналогічно впливає температура. Повзучість матеріалу запобіжних мембран проявляється в тому, що в процесі тривалого впливу навантаження тиск спрацювання мембрани зменшується, наближаючись до робочого. Якщо умови роботи мембрани охарактеризувати ступенем навантаження  $\eta$ , що є відношенням робочого тиску до тиску спрацювання, то в процесі роботи мембрани величина  $\eta$  безперервно збільшується. З врахуванням вказаного авторами [1] запропоновано наближену емпіричну формулу для орієнтовного визначення терміну експлуатації розривних мембран (у роках):

$$\tau = \frac{(1-\eta)^2}{2\cdot \left(\frac{c}{\Delta_0} + \alpha\right)} \cdot \left(1 - 0,85 \cdot \frac{t-20}{t_m - 20}\right),$$

де:  $\eta$  – відношення робочого тиску в апараті до тиску спрацювання мембрани; c – швидкість корозії матеріалу в даному середовищі при 20 °C, мм/год;  $\Delta_o$  – товщина прокату, з якого виготовлена мембрана, мм;  $\alpha$  – показник повзучості матеріалу, 1/год; t – робоча температура мембрани, °C;  $t_m$  – гранично допустима температура для мембран з даного матеріалу, °C. Показник повзучості матеріалу  $\alpha$  береться без врахування його залежності від температури, а вираз в квадратних дужках має вигляд емпіричного члена, що враховує вплив температури.

На основі вивчених структурних та фазових перетворень встановлено гранично допустимі температури експлуатації матеріалів для теплового захисту вибухових мембран, зокрема, для відходів цеолітних каталізаторів типу "Цеосор 5А" і цеолітового туфіту – 750 °C. У роботі проводились аналітичні дослідження залежності терміну експлуатації розривної запобіжної мембрани від товщини теплозахисного шару вказаних матеріалів при різних температурах експлуатації (рис.1).



**Рис. 1.** Залежність терміну експлуатації мембрани від висоти захисного шару при різних температурах експлуатації:  $t=25 \ ^{\circ}C; t=100 \ ^{\circ}C; t=300 \ ^{\circ}C; t=500 \ ^{\circ}C.$ 

На основі аналітичних досліджень терміну експлуатації мембрани з теплозахисним шаром при різних робочих температурах встановлено оптимальну висоту теплозахисного шару відходів цеолітних каталізаторів типу "Цеосор 5А" і цеолітового туфіту, який становить 5...10 мм. Із збільшенням робочої температури мембрани термін експлуатації зменшується.

#### Література

1. Водяник В. И. Взрывозащита технологического оборудования / Водяник В. И. – М: Химия. 1991. – 254 с.

УДК 614.8

# АЛГОРИТМ ОПТИМАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ИЗМЕРЯЕМЫХ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА С ПРОИЗВОЛЬНОЙ ДИНАМИКОЙ

# Полстянкин Р.М.

#### Поспелов Б.Б., д-р техн. наук, профессор Национальный университет гражданской защиты Украины, Харьков

В последнее время в Украине наблюдается тенденция роста числа пожаров на различных промышленных объектах, а также объектах с большой концентрацией людских и материальных ресурсов. Следуя статистике [1], ежегодный прирост таких пожаров составляет около 30 %. Одной из основных причин увеличения пожаров на промышленных объектах является низкая реальная эффективность систем противопожарной защиты объектов. Известно, что элементами, определяющими в большей степени эффективность указанных систем противопожарной защиты объектов в реальных условиях, являю тся пожарные извещатели. Поэтому совершенствование пожарных извещателей является первоочередной задачей в решении общей проблемы повышения эффективности существующихсистем. Отмечается, что одним из перспективных направлений совершенствования пожарных извещателей следует считать применение более сложных алгоритмов обработки, способных отслеживать измеряемые параметры опасных факторов пожара в динамике.

В работе представлены результаты синтеза алгоритма оптимальной обработки измеряемых данных об опасных факторах пожара с произвольной динамикой, наблюдаемых на фоне гауссовых случайных помех [2, 3]. Показано, что в общем случае оптимальный алгоритм обработки данных в пожарных извещателях должен быть самонастраивающимся к измеряемым параметрам опасных и мешающих факторов пожара – иначе говоря, должен быть динамическим. Рассмотрен вариант упрощенного алгоритма обработки данных, в котором динамический параметр фиксируется во вре-

мени и равен стационарному значению оптимального параметра [2]. Установлено, что синтезированный алгоритм обработки измеряемых данных в случае произвольной динамики параметров опасных факторов пожара отличается от известных алгоритмов, используемых в традиционных типах извещателей. Проведен сравнительный анализ оптимальных и традиционных алгоритмов обработки данных в различных условиях наблюдения опасных факторов пожара [3]. Показано, что синтезированные оптимальные алгоритмы оказываются более сложными по сравнению с традиционными алгоритмами обработки данных, но обладают высокой точностью и быстродействием. Учитывая современный уровень развития элементной базы, реализация синтезированных оптимальных и рассмотренных упрощенных алгоритмов обработки данных в пожарных извещателях не представляет особого труда. Отмечается, что оптимальные пожарные извещатели могут быть реализованы на программируемых микроконтроллерах и микропроцессорах, что позволяет рекомендовать их к использованию в различных типах систем пожарной автоматики с целью повышения эффективности противопожарной защиты сложных объектов.

#### Литература

1. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2014 році: К.: УНДІЦЗ, 2015. – 365с.

2. Поспелов Б.Б. Синтез оптимального измерителя постоянного во времени случайного уровня опасных факторов чрезвычайных ситуаций / Б.Б. Поспелов, Р.И. Шевченко, О.Ю. Приходько // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Харків: НУЦЗУ, 2012. – Вип. 16. – С. 85-94.

3. Поспелов Б.Б. Синтез оптимального измерителя опасных факторов пожара с произвольной динамикой для пожарных извещателей / Б.Б. Поспелов, Р.И. Шевченко, О.Н. Коленов // Проблемы пожарной безопасности. – Харків: НУЦЗУ, 2014. – Вип. 35. – С. 172-178.

# УДК 342.9:614.8

# ОПТИМИЗАЦИЯ АДМИНИСТРАТИВНО-ПРАВОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНОВ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПОЖАРНОГО НАДЗОРА

## Рачицкий Е.П.

# Пасовец Е.Ю., канд. юр. наук, доцент ГУО «Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь

В практической деятельности должностных лиц органов государственного пожарного надзора, ведущих административный процесс, имеется ряд проблемных аспектов, которые снижают эффективность административного правоприменения. Неоднократно происходит ситуация отсутствия при себе у нарушителя законодательства в области пожарной безопасности документа, который подтверждает личность гражданина Республики Беларусь — паспорта, из которого при ведении административного процесса берутся личные данные лица и вписываются в номерные бланки протокола об административном правонарушении и постановления о наложении административного взыскания.

Большинство правонарушителей не желают быть привлеченными к административной ответственности, ввиду чего не предоставляют паспорт, ссылаясь на множественные причины. В результате инспектору государственного пожарного надзора вместо затраченных 20-30 минут на оформление протокола об административном правонарушении при предоставлении правонарушителем паспорта, требуется провести ряд длительных процедур: на месте выявлении административного правонарушения, оформить протокол осмотра места совершения административного правонарушения, предметов (документов); в подразделении министерства по чрезвычайным ситуациям оформить запрос на Информационно-аналитическое управление городского управления внутренних дел территориального горисполкома о представлении личных данных по нарушителю; после предоставления информации от информационноаналитического управления городского управления внутренних дел территориального горисполкома, оформить повестку нарушителю заказным письмом с уведомлением или по факсу на организацию с пометкой с приглашением принять участие в административном процессе; в случае неявки в установленный день и время правонарушителя, оформить постановление о производстве привода гражданина, совершившего административное правонарушение.

В целях усовершенствования административно-правовой деятельности инспектора государственного пожарного надзора, предлагается внедрение в эксплуатацию модернизированной информационной система ведения единого государственного банка данных о правонарушениях. Данная система содержит сведения, которые необходимы инспектору государственного пожарного надзора при ведении административного процесса, а именно паспортные данные о личности правонарушителя.

В настоящее время в соответствии с Законом Республики Беларусь от 9 января 2006 года «О единой государственной системерегистрации и учета правонарушений» в подразделениях Министерства по чрезвычайным ситуациям для регистрации правонарушений и передачи сведений в учетное подразделение Министерства внутренних дел используется локальное место ведения банков регистрационной информации о правонарушениях данных «CrimeCard». На вооружении Министерства внутренних дел, эксплуатируется модернизированная информационная система ведения единого государственного банка данных о правонарушениях. Сравнивая с «CrimeCard» установлено значительное ее преимущество: автоматическое обновление до новых версий; использование актуальных классификаторов напрямую с центрального сервера; возможность ведения журнала регистрации административных правонарушений в электронном виде; контроль допустимости персональных данных физических лиц; усовершенствованный логический контроль заполнения регистрационных карточек; отсутствие необходимости обмена файлами в формате XML; возможность обмена текстовыми сообщениями с учетным подразделением органа внутренних дел.

При сохранении карточки проводится внутриформенный логический контроль. Все ошибки выводятся в информационное окно карточки, также при вводе паспортных данных лица, в отношении которого ведется административный процесс, информационная система ведения единого государственного банка данных о правонарушениях автоматически сверяется со сведениями автоматизированной системы «Паспорт». Не мало важно, что пользователю предоставляется информация по ранее совершенным административным правонарушениям.

Таким образом целесообразно внедрение в органы государственного пожарного надзора информационной системы ведения единого государственного банка данных о правонарушениях. Она позволит получать достоверную информацию об идентификации личности правонарушителя, эффективно квалифицировать правонарушения и применять соотвествующие санкции.

# УДК. 614.8

# ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ НА ГРУПУ ГОРЮЧОСТІ РОЗЧИНІВ НА ОСНОВІ СПУЧЕНОГО ПЕРЛІТУ

# Типа Р.М., Супрунюк А.В. Лоїк В.Б., канд. техн. наук Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Для проведення випробування було підготовлено два фрагменти з розчину на основі спученого перліту розмірами : діаметром 45 мм., висотою 50 мм. (рис.3). Випробування проводилось протягом 30 хв. Результати показників термопар зображені (рис. 1,2).

Проведення вогневого випробування фрагмента №1 показали, що температура ззовні даного фрагмента не перевищувала температуру печі і не виникало горіння.



Рис. 1. Зміна температури по товщині фрагмента №1 розчину на: Tn — температура в печі; T1 — показник термопари ззовні плити, T2 — показник термопари всередині плити.

Під час проведення вогневого випробування фрагмента №1 показали, що температура ззовні даного фрагмента не перевищувала температуру печі і не виникало горіння.



Рис. 2. Зміна температури по товщині фрагмента №2 розчину на:  $T_n$ - температура в печі; T1 – показник термопари ззовні плити, T2 – показник термопари всередині плити.

Під час проведення вогневого випробування фрагмента №2 показали, що температура ззовні даного фрагмента не перевищувала температуру печі і не виникало горіння.





Рис. 3. Випробування розчину на основі спученого перліту на групу горючості.

Висновок за результатами випробування на групу горючості розчинів на основі спученого перліту :

Матеріал розчину на основі спученого перліту класифікується як не горючий.

# Література

ГОСТ 12.1.044-89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения»

#### УДК 614.8

# ВИЗНАЧЕННЯ ЗУСИЛЬ В ТЯГОВОМУ КАНАТІ ПІДВІСНОЇ ПАСАЖИРСЬКОЇ КАНАТНОЇ ДОРОГИ

#### Ткач С. М.

# Боднар Г. Й., канд. техн. наук, доцент Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

В останні роки в Україні почали будувати і експлуатувати гірськолижні витяги, зокрема підвісні пасажирські канатні дороги (ППКД), для яких надзвичайно важливим є безпека перевезення пасажирів. Підвісні канатні дороги належать до споруд підвищеної небезпеки. Тому що поломки тут, у більшості випадків, загрожують життю й здоров'ю пасажирів. Під час обстежень багатьох ППКД часто виявляється легковажне ставлення власників і персоналу до своїх обов'язків. Зазвичай з канатної дороги намагаються отримати максимум прибутку за рахунок значного скорочення витрат на обстеження, планово-попереджувального ремонту тощо. Отже, виникає наступна проблема – організація та проведення планово-попереджувальних ремонтів з метою недопущення аварійних ситуацій.

На сьогодні в Україні налічується 43 ППКД та 125 буксирних витягів. Для деяких з них через зношеність конструкцій під дією таких факторів як зміна температури, вологості тощо існує загроза аварії. Задача нашої служби запобігти цьому, адже безпека людей для нас понад усе.

Канатна дорога — це транспортний засіб, важливим безпековим елементом якого є канат, який огинає приводний і натяжний шківи і підтримується проміжними роликоопорами, закріпленими на кронштейнах. Канатна дорога приводиться в рух електроприводом, як правило, виконаним за схемою «Тиристорний перетворювач – двигун постійного струму», рис.1.



**Puc.** 1

Найбільша небезпека в ППКД – це сходження канату з опор та його розрив. Тому надзвичайно важливим є розробка заходів, які б унеможливили аварійну ситуацію, пов'язану з канатом. Згідно Правил [1] перевірка канатних доріг повинна відбуватися один раз на 3 роки. Під час перевірки проводиться аналіз умов та режимів експлуатації ППКД, проводиться огляд обладнання, оцінюється технічний стан з метою визначення подальшої експлуатації ППКД.

Огляд канатів і обладнання ППКД під час проведення технічного огляду, а також під час контролю їх технічного стану здійснюють на ревізійній швидкості. Канати повинні відповідати вимогам чинних стандартів, мати документи виробника канатів про їх якість та результати випробування в лабораторії, оформлені протоколом в якому зазначається фактичне розривне зусилля каната і сумарне розривне зусилля дротів, прийнятих до розрахунку.

Момент на ведучому колесі ППКД визначають за формулою[2]:  $M\kappa = F1 \cdot R(e^{f\alpha} - 1)$ , де F1 - 3усилля в канаті в набігаючій вітці; R -радіус колеса; f -коефіцієнт тертя між канатом і футерівкою колеса;  $\alpha = \pi -$ кут обхвату канатом колеса. Канати мають бути розраховані на міцність за формулою:  $P/F \ge K$ , де K -коефіцієнт запасу міцності канату. Мінімально допустиме значення K=4.5; F -найбільший натяг каната; P -розривне зусилля каната в цілому, що приймається відповідно до вимог чинних стандартів, сертифікатів виробника канатів або за результатами випробування. Тому під час експлуатації важливо буде здійснити перевірку каната на міцність.

Для схеми рис.1, нехтуючи втратами в механічних передачах, можна записати вираз:

$$k\Phi \cdot l \cdot i = F1 R(e^{f\alpha} - 1), \tag{1}$$

де  $k\Phi = (UH - IH \cdot R_{\pi\kappa})/\omega_H$ ,  $R_{\pi\kappa} = 0.5((UH \cdot IH - PH)/IH^2)$ ;  $I - \phi$ актичне значення струму в якірному колі двигуна (покази амперметра, рис.1); *i* -загальне передавальне число передачі;  $U_{\mu}$ ,  $I_{\mu}$ ,  $P_{\mu}$ ,  $\omega_{\mu}$  - номінальні паспортні дані двигуна.

3 (1) отримуємо формулу для визначення тягового зусилля в канаті:  $F1 = k\Phi \cdot I \cdot i/R(e^{f\alpha} - 1).$  (2)

## Література

1. НПАОП 60.2-1.02-14. Правила будови і безпечної експлуатації пасажирських підвісних канатних доріг

2. Теорія механізмів і машин/ Я. Т. Кіницький – Київ: Наукова думка, 2002. – 262с. УДК 614.8:533.2

# ПОЖЕЖНА НЕБЕЗПЕКА СИСТЕМ АВТОНОМНОГО ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИВАТНИХ ДОМОГОСПОДАРСТВ

# Торговець Р.О.

# Мельник Р.П., канд. техн. наук Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗУ

На сьогоднішній день популярність альтернативної енергетики, незважаючи на досить високу вартість складових елементів, як у світі, так і в Україні стрімко зростає. Адже використання сонячних панелей, вітрогенераторів та комбінованих елементів дає можливість організувати автономну систему електрозабезпечення, створити більш комфортне та економне забезпечення побутових умов.

Інколи в систему паралельно з природними ресурсами електричної енергії включаються агрегати, що працюють на штучних «постачальниках» енергії: дизельні й бензинові генератори. Як правило, їх підключають в роботу в разі виникнення великої потреби в енергії або якщо довго стоїть тиха, безвітряна погода, невідповідна для роботи вітрогенератора або сонячних батарей.

Автономна система електропостачання складається з таких елементів (рис. 1):



Рис. 1 – Схема автономної система електропостачання будинку

Однак, встановлення такої або частково такої системи електропостачання домогосподарства підвищить рівень пожежної небезпеки будинку. Як свідчить статистика [1, 2], виникнення пожеж можливе, як на самих елементах видобування альтернативної енергетики (рис. 1, блок 1), так і на струмо-перетворюючих та акумулюючих елементах (рис. 1, блок 2) системи електропостачання. В свою чергу, блок 2 несе більшу пожежну небезпеку, ніж блок 1. Тому що встановлення такого обладнання, як контролер, інвертор та акумуляторна батарея, як правило, відбувається всередині будівлі, для якої передбачена система електрозабезпечення, і вимагає додаткових заходів з пожежної безпеки.

Спричинити пожежу сонячні батареї не можуть, а ось ускладнити роботу пожежникам — цілком. Протягом останніх п'яти років була зафіксована досить незначна кількість пожеж, пов'язаних з сонячними панелями [3]. Це означає, що сонячна енергетика має відносно гарну репутацію, коли мова заходить про їх обладнання і компоненти, які можуть призвести до виникнення пожежі. А ось розташування елементів на даху може погано позначитися на гасінні пожежі, коли рятувальникам треба терміново погасити полум'я в одній з частин будинку, – сонячні панелі ускладнюють цю роботу [4].

Статистика та аналіз пожеж на вітрогенераторах свідчать, що основними причинами загорянь є: удар блискавки, несправність установки через погані матеріали або їх зношування, помилки при проектуванні й установці, при електромонтажних роботах та установці інших технічних систем. А пожежна небезпека вітрогенераторів полягає в наявності легкозаймистих матеріалів, мастила в гідравлічних системах та трансформаторі, електричних проводів [5].

Ось чому розвиток, удосконалення та використання альтернативної енергетики потребуватимуть постійного вивчення її пожежної небезпеки та розробки профілактичних заходів і засобів попередження пожеж на елементах систем автономного електропостачання.

#### Література

1. Пожар одна из основных проблем в эксплуатации ветрогенераторов. – Режим доступу: http://www.xata.co.il/news-967.html.

2. Installation, fire, property damage, environmental damage and other liability risks associated with solar panel systems. – Режим доступу: https://sites.google.com/site/ metropolitanforensics/installation-fire-property-damage-environmental-damage-and-other-liability-risks-associated-with-solar-panel-systems.

3. ТОП-10 важных вещей о солнечных панелях, которые нужно знать. – Режим доступу: http://solarpanels.com.ua/news/top-10-vazhnykh-veshchej-o-solnechnykh-panelyakh-kotorye-nuzhno-znat/.

4. New Research Examines How Solar Arrays Affect Firefighter Operations. – Режим доступу: http://solarindustrymag.com/online/issues/ SI1304/ FEAT\_04\_New\_Research.html.

5. Противопожарная защита ветроэлектрических станций. – Режим доступу: http://security-info.com.ua/articles/?ELEMENT\_ID=2006.

#### УДК 614.8:533.2

# ПОЖЕЖНА НЕБЕЗПЕКА АВТОМОБІЛІВ З ГАЗОБАЛОННИМ ОБЛАДНАННЯМ

# Торговець Р.О. Мельник О.Г., канд. техн. наук, с.н.с. Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗУ

Найважливішими завдання розвитку автомобільного транспорту в сучасних умовах є економія палива при експлуатації автомобілів, зниження шкідливих викидів в атмосферу, зменшення вибухопожежонебезпечності палива, що використовується. Україна належить до енергодефіцитних країн, оскільки забезпечена власними паливно-енергетичними ресурсами лише на 53 %, як наслідок, ми імпортуємо 75 % необхідного обсягу природного газу та 85 % сирої нафти і нафтопродуктів [1]. Близько 43 % нафтопродуктів використовуються в якості палива для автомобілів, тому основна увага приділяється пошуку речовини, здатної замінити традиційний бензин. Одним з варіантів вирішення даної проблеми є перехід на автомобільне газове устаткування для роботи двигуна на природному газі (метані), зрідженому вуглеводневому газі (пропан-бутані), «світильному газі» (чадному газі) та водні. У кожного з цих видів газового устаткування для автомобілів є свої переваги й недоліки. Щодо недоліків, то тут основне місце посідає пожежна небезпека.

Найбільша кількість пожеж на газобалонних автомобілях виникає взимку. Очевидно, це можна пояснити тим, що при низьких температурах в з'єднаннях і деталях газобалонного обладнання (різьбові з'єднання, гумові мембрани газового редуктора) можлива поява пошкоджень, які є причинами витоку газового палива. Крім того, при температурах, нижче «нуля», постійно виникає необхідність в перемиканні з одного виду палива на інший. При порушеннях регулювання двигуна і неправильних діях водія це може призвести до переповнення змішувальної камери карбюратора й надходження газу до моторного відсіку [2].

Основна кількість пожеж на легкових, вантажних газобалонних автомобілях і автобусах з газобалонним устаткуванням виникає у відсіку двигуна. Це можна пояснити тим, що практично 90 % з'єднань паливного баку газового устаткування (різьбові з'єднання і гумові трубки, закріплені хомутами), а також його елементів (газовий редуктор, електромагнітні газовий і бензиновий клапани) знаходяться у відсіку двигуна. Витоки газу спостерігаються, як правило, саме в місцях з'єднання паливного баку.

Також в автомобілях з газобалонним обладнанням є небезпека виникнення вибуху. Руйнування балона з подальшим вибухом можливе при недотриманні правил його експлуатації: це і невчасне гідравлічне випробування, і вихід з роботи відсічного клапана на блоці арматури балона з метою заправки більше 80% його об'єму, і приварка різних штуцерів для заправки шляхом переливу з побутових балонів, та й будь-яке втручання в конструкцію балона, а також використанні неякісних елементів газобалонного обладнання.

Поглиблений аналіз пожеж показав, що в більшості випадків першопричиною виникнення негерметичності газового обладнання є горезвісний «людський фактор»: самостійне проведення ремонту та внесення змін у систему газового обладнання, відсутність фіксуючих хомутів на гумових трубках газового обладнання.

Більша частина пожеж на газобалонних автомобілях виникає під час пуску двигуна та під час руху. Це пов'язано з тим, що більшість витоків газу на газобалонному устаткуванні відбувається при працюючому двигуні, а значить – на ділянці від електромагнітного газового клапана до карбюратора. Дійсно, при непрацюючому двигуні і вимкненому запаленні електромагнітний газовий клапан закритий і, якщо він справний, витік можливий тільки в місці з'єднання перед клапаном або на запірно-запобіжному блоці балона. Частина пожеж виникає через порушення регулювання двигуна і неправильних діях водія, коли в результаті переповнення змішувальної камери карбюратора газ надходить у відсік двигуна.

На сьогоднішній день, увага до питання забезпечення пожежної безпеки автомобілів з використанням газобалонного обладнання зростає з підвищенням їхньої популярності. Адже, небезпека пожежі та виникнення вибуху на таких автомобілях досить висока, що можна пояснити використанням несертифікованого та неякісного газобалонного обладнання, а також порушенням правил його експлуатації. Тому необхідно проводити додаткові інструктажі та атестацію працівників газонаповнювальних станцій та станцій технічного обслуговування, роз'яснювальну роботу серед власників даних автомобілів, а також якіснішу перевірку самого газобалонного обладнання.

#### Література

1. Редзюк А.М. Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективи розвитку: монографія / Державний автотранспортний науководослідний і проектний інститут; за заг. ред. А.М. Редзюка. – К.: ДП «ДержавтотрансНДІпроект», 2005. – 400 с.

2. Кириллов Н.Г. // Малая энергетика. – 2005. – № 8 (60). – С. 128–143.

#### УДК 536

# ПЕРЕВІРКА СТАНУ ВОГНЕЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ МЕТАЛЕВИХ НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНИХ РОЗРАХУНКІВ

# Фещук Ю.Л. УкрНДІЦЗ

Останнім часом досить гостро постає питання перевірки стану вогнезахисного покриття несучих будівельних конструкцій після закінчення його строку служби. Оскільки вартість вогнезахисних покриттів досить велика, а повторне нанесення вогнезахисного покриття економічно затратно, виникає необхідність проведення вогневого випробовування, що не завжди представляється можливим. Як варіант вирішення проблеми знаючи технічні характеристики нанесеного вогнезахисного покриття слід розрахувати параметричні температурні режими приміщення де знаходяться металеві несучі конструкції.

Температурні режими у фазі нагрівання визначають за формулою 1:

$$T := 20 + 1325 \left( 1 - 0.324 e^{-0.2 \cdot t} - 0.204 e^{-1.7 \cdot t} - 0.472 e^{-19 \cdot t} \right), \quad (1)$$

де

T – температура газового середовища у протипожежному відсіку [<sup>0</sup>C] ;  $t = t_1 \cdot \Gamma$  [год], де  $t_1$  – час [год],  $\Gamma = (O/b)^2 / (0,04/1 \ 160)^2$ ;

$$b = \sqrt{\rho \cdot \mathbf{c} \cdot \lambda}$$

$$\kappa/\mathbf{M}^2 \cdot \mathbf{c}^{1/2} \cdot \mathbf{K} ] \pi \mathbf{e}$$
(2)

в таких межах:  $100 \le b \le 2$  200 [Дж/м<sup>2</sup>·с<sup>1/2</sup>·K], де  $\rho$  – густина поверхні огороджувальної конструкції [кг/м<sup>3</sup>];

с – питома теплоємність поверхні огороджувальної конструкції [Дж/кгК];

 $\lambda$  – теплопровідність межі огородження [Вт/мК] ;

О-коефіцієнт врахування прорізів ;

$$O := A_{\nu} \cdot \frac{\sqrt{h_{eq}}}{A_t} \left[ \mathbf{M}^{1/2} \right]$$
(3)

в таких межах: 0,02≤0≤0,2, де

 $A_{\rm v}$  – загальна площа вертикальних прорізів у всіх стінах [м<sup>2</sup>];

*H*<sub>eq</sub> – середнє арифметичне значення висоти вікна в усіх стінах [м];

A<sub>t</sub> – загальна площа огороджувальних конструкцій (стіни, підлога і стеля, включно з прорізами) [м<sup>2</sup>];

Максимальна температура у фазі нагрівання настає для  $t=t^*_{max}$  визначається за формулою 5

$$t^*_{\max} = t_{\max} \cdot \Gamma \ [\Gamma \circ \mathcal{A}] \tag{4}$$

дe

$$t_{\max} = \max[(0.2 \cdot 10^{-3} \cdot q_{t,d}/O); t_{lim}] [\text{год}]$$
 (5)

де  $q_{t,d}$  – розрахункове значення густини потоку відносно до загальної площі поверхні  $A_t$  огороджувальних конструкцій, завдяки чому  $q_{t,d}=q_{f,d}Af/At [MДж/m^2]$ . Слід дотримуватися таких меж 50 $\leq qt,d \leq 1$  000.

 $q_{\rm fd}$  – розрахункове значення густини потоку відносно до площі поверхні підлоги  $A_{\rm f}$  МДж/м<sup>2</sup> (табличне значення);

для повільного розвитку пожежі t<sub>lim</sub>=25 хв;

для середнього розвитку пожежі *t*<sub>lim</sub>=20 хв;

для швидкого розвитку пожежі t<sub>lim</sub>=15 хв.

Температурні режими у фазі охолодження мають такий вигляд:

$$\Gamma = t_{\max} - 250(t^* - t^*_{\max} \cdot x), \tag{6}$$

дe

t<sup>\*</sup><sub>max</sub>- визначається за формулою 2

 $t_{\max}^{*}=(0,2\cdot10^{-3}q_{t,d}/O)$   $\Gamma$ , x=1,0, якщо  $t_{\max}>t_{\lim}$  або x= $t_{\lim}\cdot\Gamma/t_{\max}^{*}$ , якщо  $t_{\max}=t_{\lim}$ . Таким чином зробивши необхідні розрахунки отримаємо фазу пожежі з моменту нагрівання до повного охолодження рис. 1



Рис. 1. – Розвиток пожежі в приміщенні

З розрахунків маємо максимальну температуру якої досягне пожежа за проміжок часу, виходячи з горючого навантаження та параметрів приміщення. Знаючи характеристики нанесеного вогнезахисного покриття на металеві конструкції, можемо зробити висновок чи відбудеться нагрів вогнезахисного покриття до граничних норм при пожежі. Якщо температура пожежі та час вогневої дії на конструкції не перевищує граничновстановлені вимоги до вогнезахисного покриття, вогнестійкості конструкції, то немає необхідності замінювати вогнезахисне покриття виходячи з умов приміщення де знаходиться металеві несучі конструкції, що дає можливість заощадити час та кошти.

#### Література

ДСТУ-Н ЕN 1991-1-2:2010 Єврокод 1. Дії на конструкції під час пожеж. Частина 1-2. Загальні дії. Дії на конструкції під час пожеж. (EN 1991-1-2:2002, IDT).

# УДК 621.81:672.1:[620.173.26]

# ДОСЛІДЖЕННЯ КОЕФЩІЄНТІВ ПОЗДОВЖНЬОГО ЗГИНАННЯ З УРАХУВАННЯМ МЩНОСТІ СТАЛІ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ НАДЗВИЧАЙНИМ СИТУАЦІЯМ

#### Шевченко Ю. О., Лобода Д. О. Кондель В. М., канд. техн. наук, доцент Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка

Гарантією надійності елементів конструкцій та деталей машин є задоволення умов їх міцності, жорсткості та стійкості, інженерні методи розрахунків яких розглядає опір матеріалів. Особливу увагу слід звернути на явище втрати стійкості, яке є дуже небезпечним і може призвести до трагічних наслідків, оскільки в цьому випадку відбувається некерований ріст деформацій і елементи руйнуються практично миттєво, що виключає будь-яку можливість вжиття дієвих заходів щодо запобігання аваріям та іншим небажаним наслідкам.

На стискання працюють багато елементів конструкцій та деталей машин сучасних підприємств: колони, стійки, верхні пояси ферм, штоки парових машин та поршневих насосів, гвинти в передачах гвинт-гайка, циліндричні та конічні гвинтові пружини, різальні інструменти для обробки отворів на свердлильних верстатах, голки у швейних машинах та інші, які розраховують не тільки на міцність, але й на стійкість за умовою

$$\sigma = \frac{F}{A} \le \left[\sigma\right]_{st} = \varphi\left[\sigma\right],\tag{1}$$

де  $\varphi$  – коефіцієнт поздовжнього згинання, який залежить не тільки від гнучкості стержня  $\lambda$  (рис. 1), але й від міцності сталі, зокрема, її розрахункового опору  $R_{\nu}$  (рис. 2).



**Рис. 1.** Залежності  $\varphi = f(\lambda)$  для стиснутих елементів з різним розрахун-

ковим опором сталі:

1 - 200 MΠa; 2 - 240 MΠa; 3 - 280 MΠa; 4 - 320 MΠa; 5 - 360 MΠa; 6 - 400 MΠa; 7 - 440 MΠa; 8 - 480 MΠa; 9 - 520 MΠa; 10 - 560 MΠa; 11 - 600M MΠa; 12 - 640 MΠa



**Рис. 2.** Залежності  $\varphi = f(R_y)$  для стиснутих стальних елементів з різними гнучкостями  $\lambda$ 

В свій час були запропоновані формули для визначення коефіцієнта поздовжнього згинання з урахуванням цих чинників [1, с.124; 2, с. 80-81]. В першому випадку функція  $\varphi = f(\lambda)$  складається з трьох різних досить громіздких рівнянь [1, с. 124], а в другому – з двох простих рівнянь [2, с. 80-81], розрахунки за якими дають суттєві похибки в порівнянні з дослідними даними (до 8-10%), тому слід вивести одне рівняння  $\varphi = f(\lambda)$  з прийнятною для практичних розрахунків точністю.

Для сталі з підвищенням її міцності (рис. 2) та зростанням гнучкості (рис. 1) коефіцієнт  $\varphi$  зменшується. Аналіз діаграм (рис. 1) для стиснутих стійок показав, що графіки функції  $\varphi = f(\lambda)$  подібні до кривої  $x^2 y = 4a^2 (2a - y)$ , яка називається локоном Аньєзі. Для цієї кривої при x = 0 y = 2a. В свою чергу, при  $\lambda = 0$   $\varphi = 1$ . Замінивши x на  $\lambda$ , а y на  $\varphi$ , визначаємо a = 0, 5 і отримуємо рівняння  $y = 1/(x^2 + 1)$ . Враховуючи різну кривизну графіків  $\varphi = f(\lambda)$  для низькоміцних і високоміцних сталей (рис. 1), маємо залежність

$$\varphi = \frac{1}{\left(a\lambda^2 + b\lambda + c\right)^2 + 1},$$
(2)

де a, b і c – коефіцієнти, які залежать від розрахункового опору сталі  $R_v$ :

$$(a, b, c) = k_0 + k_1 R_y + k_2 R_y^2.$$
(3)

Значення параметрів  $k_0$ ,  $k_1$  і  $k_2$  наведено в наступній таблиці.

Коефіцієнти	Параметри			
	$k_0$	$k_1$ , MП $a^{-1}$	$k_2$ , МПа <sup>-2</sup>	
а	0,00236	1,63·10 <sup>-5</sup>	$-3,27 \cdot 10^{-8}$	
b	-0,00238	4,45.10-5	$-1,43 \cdot 10^{-8}$	
С	0,217	$-9,83 \cdot 10^{-4}$	4,44.10-7	

Таким чином, для попередження надзвичайних ситуацій, оцінюючи стійкість сталевих стиснутих елементів конструкцій та деталей машин, пропонуємо використати формулу (2) для визначення коефіцієнтів поздовжнього згинання  $\varphi$ .

#### Література

1. Справочник по расчету строительных конструкций на программируемых микрокалькуляторах / А.Я. Барашиков, М.Г. Гольдберг, Ю.Н. Кушнарев и др.; под ред. А.Я. Барашикова и В.А. Пермякова. – Киев: Будівельник, 1989. – 224 с.

2. Кондель В. М. Дослідження стійкості стальних стиснутих елементів сталого та змінного поперечних перерізів / В. М. Кондель, А. І. Павліченко // Фізико-математичні науки : Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – К. : КНУ, 2011. – № 4. – С. 76 – 79.

#### УДК 691.32.699.81

# УДОСКОНАЛЕННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ МЕТОДИКИ ПРОЕКТУВАННЯ ВОГНЕЗАХИСТУ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ ВІДПОВІДНО ДО ЄВРОПЕЙСКИХ НОРМ

#### Янішевська А.В.

#### Дагіль В.Г.

#### Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ

Забезпечення стійкості будинків в умовах пожежі і, зокрема, вогнестійкості будівельних конструкцій відповідно до діючих нормам [1, 2] залишається актуальною задачею. Це пов'язано з застосуванням у будівництві нових видів конструкцій, для яких необхідно встановлювати параметри вогнестійкості з метою запобігання швидкого руйнування конструкцій в умовах пожежі.

Одним із шляхів профілактики виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру є приведення у відповідність до вимог сьогодення суча сної нормативної бази, пов'язаної з забезпеченням безпеки життєдіяльності, здоров'я та майна населення. Основним документом, яким мають керуватися країни – члени Євросоюзу для забезпечення пожежної безпеки в галузі будівництва, є Директива 89/106 ЕЕС [3], у якій встановлено, що при проектуванні та зведенні будівельних споруд проектом має бути передбачено, щоб у разі виникнення пожежі несуча здатність споруди зберігалася протягом певного часу.

В Україні положення Директиви реалізовано постановами Кабінету Міністрів України від 20.12.2006 № 1764 «Про затвердження Технічного регламенту будівельних виробів, будівель і споруд» та від 01.03.2006 №240 «Про затвердження Правил підтвердження придатності нових будівельних виробів для застосування». Положення Регламенту ЄС № 305/2011 будуть реалізовані в проекті Закону України «Про Технічний регламент будинків, будівель, споруд, лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури та будівельних виробів».

За останнє десятиліття в Європі нормативна база, що регламентує методи випробувань на вогнестійкість, значно змінилася. У зв'язку з цим сучасна нормативна база України в сфері випробувань будівельних конструкцій на вогнестійкість має бути приведена у відповідність до європейських та міжнародних стандартів.

В той же час результати аналізу технічної документації на несучі будівельні конструкції показали, що в них визначено тільки значення межі вогнестійкості. Однак у жодному з них не вказані методи випробування на вогнестійкість, умови навантаження, спирання та спосіб кріплення конструкції, які мають бути при цих випробуваннях.

Таким чином, на виконання Закону України "Про пожежну безпеку" (стаття 9), відповідно до якого стандарти, технічні умови, інші нормативні документи на продукцію повинні включати вимоги пожежної безпеки, а також враховуючи вищенаведене, в Україні необхідно привести у відповідність до вимог ДБН В 1.1-7-2002 [1] нормативно-технічну та проектну документацію на несучі будівельні конструкції. Однак проведення оцінки вогнестійкості конструкцій експериментальним шляхом в умовах реальних пожеж, як правило, неприйнятно, тому що це вимагає значних матеріальних витрат і випробувань ідентичних конструкцій у різних умовах реальних пожеж. Крім того, застосування експериментального підходу, як правило, неможливо для рішення задач пошуку оптимального конструктивного рішення по забезпеченню необхідної вогнестійкості, тому що, як правило, не можна виготовити зразок для іспитів, що має задані теплові властивості.

У той же час для рішення задач теплового проектування вогнестійких конструкцій можливий інший підхід, заснований на математичному моделюванні процесів теплообміну в конструкції в умовах стандартної пожежі. Використання цього підходу може істотно зменшити матеріальні витрати на рішення поставлених задач, а також дає можливість визначати оптимальні конструктивні рішення і параметри, що неможливо одержати чисто експериментальним шляхом.

Однак застосування методів, заснованих на математичному моделюванні процесів теплообміну, для рішення задач теплового проектування вогнестійких конструкцій дуже обмежено. В основному ці методи застосовуються при проектуванні сталевих і залізобетонних конструкцій для перевірочних розрахунків і визначення оптимальної товщини одного із шарів конструкції.

На сьогодні в Україні витрачаються великі засоби на забезпечення вогнестійкості будівельних конструкцій. Практика показує, що з економічної точки зору застосування підходу, заснованого на математичному моделюванні, дозволить істотно зменшити вартість одержання оптимальних інженерних рішень за рахунок збільшення частки розрахункових робіт і обґрунтованому зменшенні кількості іспитів, що відповідає загальносвітовій тенденції.

Таким чином видно, що усе більшого значення набувають розрахункові методи оцінки вогнестійкості конструкцій в умовах реальних пожеж і їхнє грамотне використання для проектування вогнезахисних систем.

# Література

1. ДБН В.1.1-7-2002 "Пожежна безпека об'єктів будівництва".

2. ДСТУ Б В.1.1 – 4 – 98 "Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги".

3. Директива 89/106 ЕЕС від 21.12.1988 року щодо зближення чинних у державах Європейського Союзу законів, регламентів та адміністративних положень стосовно будівельних виробів.

4. Постанова Кабінету Міністрів України від 20.12.2006 № 1764 «Про затвердження Технічного регламенту будівельних виробів, будівель і споруд»

5. Постанова Кабінету Міністрів України від 01.03.2006 №240 «Про затвердження Правил підтвердження придатності нових будівельних виробів для застосування»