Пожежна безпека
Fire Safety
https://journal.ldubgd.edu.ua/index.php/PB
ISSN 2078-6662 (print), ISSN 2708-1087 (online)

UDC 614.841.2
DOI: 10.32447/20786662.41.2022.01
This article is an Open Access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 (CC BY 4.0) License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

І. І. Адольф, В. І. Товарянський
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів, Україна
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9132-673X – І. І. Адольф
https://orcid.org/0000-0002-4484-8164 – В. І. Товарянський
vi_tovarianskyi@ukr.net

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ПАНЕЛЕЙ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ШВЕЙНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ НА ОСНОВІ FDS МОДЕЛЮВАННЯ

Постановка проблеми. Швейні підприємства відносяться до виробництв, де застосовуються сировинні та матеріальні ресурси, при цьому їх функціонування не можливе без участі людини. У разі виникнення пожежі у виробничих цехах таких підприємств її поширення нерідко відбувається робочими місцями, де обертається сировина або готова продукція. Тому актуально проводити дослідження, спрямовані на запобігання поширенню пожеж шляхом використання протипожежних перешкод, зокрема теплозахисних панелей (екранів).

Метою роботи є дослідження температур нагрівання швейних робочих місць, захищених теплозахисними панелями, а також ефективності застосування цих панелей.

Методи дослідження. Дослідження проводили з використанням методів комп'ютерного моделювання та регресійного аналізу.

Основні результати дослідження. З'ясовано, що для захищеної теплозахисною панеллю ділянки максимальна температура нагрівання спостерігалась на відстані 0,01 м від панелі та становила 322,81°С. При цьому температура на відстані 0,01 м з незахищеної сторони ділянки дорівнювала 720,73°С, що в 2,23 рази більше, ніж з захищеної сторони. Це пов'язано з частковим перенесенням зони холодного повітря до верхніх меж теплозахисної панелі, що призводить до охолодження термопар, які розміщені на висоті 0,8 м та відповідають верхній точці розміщення пожежної навантаги на модельованій ділянці.

Висновки. Для досліджень використовували програмне забезпечення *FDS*, за допомогою якого виконано комп'ютерне моделювання горіння швейного робочого місця, обладнаного протипожежними перешкодами – теплозахисними панелями. Встановлено, що теплозахисна панель, виготовлена з металевого листа товщиною 0,00045 м та висотою 0,95 м, розміщена на відстані 0,1 м від пожежної навантаги площею 1,5 м^2 з висотою 0,8 м, впродовж 20-ти хв від початку горіння запобігає виникненню температур самозаймання на сусідніх робочих місцях. Отримані результати свідчать про перспективність застосування теплозахисних панелей для робочих місць швейних підприємств.

Ключові слова: швейні підприємства, теплозахисна панель, пожежна безпека, робоче місце, тканина, температура, *FDS* моделювання, *PyroSim.*

I. I. Adolf, V. I. Tovarianskyi
Lviv State University of Life Safety, Lviv, Ukraine

RESEARCH OF THE EFFICIENCY OF THE APPLICATION OF THE HEAT-SHIELDING PANELS AT THE ENTERPRISES OF THE SEWING INDUSTRY ON THE BASIS OF FDS SIMULATION

Formulation of the problem. Sewing enterprises belong to industries where raw materials and material resources are used, while their functioning is impossible without human participation. At the time of a fire in the production workshops of such enterprises, it often spreads through workplaces where raw materials or finished products rotate. Therefore, it is important to conduct research aimed at preventing the spread of fires by using fire prevention interference, in particular, heat-shielding panels (screens).

The purpose of the work is to research the heating temperatures of sewing workstations protected by heat-shielding panels and the effectiveness of the use of these panels.

Research methods. The researches were carried out the methods of computer modeling and regression analysis.

The main results of the study. It was found that for the area protected by the heat-shielding panel, the maximum heating temperature was observed at a distance of 0,01 m from the panel and amounted to 322,81°C. At the same time, the temperature at a distance of 0,01 m from the unprotected side of the site was 720,73°C, which is 2,23 times higher than from the protected side. This is due to the partial transfer of the cold air zone to the upper boundaries of the heat-shielding panel, which leads to cooling of the thermocouples, which are located at a height of 0.8 m and correspond to the upper point of the fire load in the simulated area.

Conclusions. For research, the *FDS* software was used, with the help of which computer modeling of the combustion of a sewing workplace equipped with fire-prevention interference – heat-shielding panels was performed. It has been established that a heat-shielding panel made of a metal sheet with a thickness of 0,00045 m and a height of 0,95 m is located at a distance of 0,1 m from a fire load with an area of 1,5 m^2 and a height of 0,8 m for 20 min. the occurrence of combustion prevents the occurrence of spontaneous ignition temperatures at adjacent workplaces. The results obtained indicate the prospects for the use of heat-shielding panels for workplaces of clothing enterprises.

Key words: sewing enterprises, heat-shielding panel, fire safety, workplace, fabrics, temperature, *FDS* simulation, *PyroSim*.

Постановка проблеми. Швейні підприємства відносяться до виробництв із залученням людських, матеріальних, а також сировинних ресурсів. Їхня діяльність пов'язана з виготовленням широковживаної продукції, а процес виготовлення цієї продукції зазвичай є високотехнологічним і пожежонебезпечним. Пожежну небезпеку в цих виробничих приміщеннях створюють робочі місця, на яких розміщується сировина, готова продукція, швейне та інше виробниче обладнання залежно від стадій технологічного процесу. На різних етапах виробництва існують загрози виникнення джерел займання, які здебільшого обумовлені порушеннями правил пожежної безпеки. Такі порушення, як правило, виникають внаслідок недбалого ставлення персоналу до своїх обов'язків, недостатнього вивчення правил пожежної безпеки, відсутності або недостатньої кількості навчань, спрямованих на відпрацювання дій під час виникнення, а також профілактики пожеж. У випадку виникнення пожежі у виробничому цеху швейного підприємства відбувається швидке поширення пожежі по горючому навантаженню, разом зі збільшенням площі пожежі виділяються токсичні продукти згорання, зростає температура, виникає загроза для життя та здоров'я працюючого персоналу, а також можуть створитися умови для поширення пожежі суміжними приміщеннями швейного підприємства.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідженню проблематики поширення пожеж різними за призначенням виробничими приміщеннями, в тому числі швейних підприємств, присвячена низка наукових праць. Автори зокрема досліджували різноманітні аспекти виникнення та поширення пожеж, а також проводили їх аналітичне, фізичне та математичне моделювання, щоб якомога точніше і реалістичніше відобразити процеси горіння. В [1] автором досліджувалась проблематика евакуації з виробничих приміщень швейних підприємств. Метою досліджень, представлених у цій роботі, було запропонувати рішення, спрямовані на зниження часу евакуації зі швейних підприємств, на яких виникла пожежа. Для виконання поставлених завдань застосовувалось програмне забезпечення *Space Syntax System*. В результаті досліджень автором запропоновано збільшувати кількість евакуаційних виходів та їх розміри, проводити заходи, спрямовані на запобігання захаращуванню проходів між виробничими ділянками, а також встановлена ефективність застосування програмного забезпечення для виявлення та вирішення проблем, пов'язаних з евакуацією. Науковець Shamsul A. проводив дослідження із вивчення рівня пожежної безпеки швейних підприємств Бангладеш, виявлення проблемних факторів, що призводять до виникнення пожеж, розроблення пропозицій для запобігання пожежам та мінімізації людських та матеріальних втрат [2]. Дослідженнями встановлено, що 70% пожеж швейних підприємств Бангладеш виникає через аварійну роботу електромережі, в тому числі від короткого замикання, і на основі цього запропоновано додаткові протипожежні заходи. Що стосується технічних засобів контролю пожежної небезпеки, автор запропонував здійснювати моніторинг температури, вологості, запиленості простору з метою раннього виявлення пожеж. В [3-4] досліджено конструктивні особливості протипожежних завіс та екранів, що можуть застосовуватися для запобігання поширенню пожежі по площі захищуваних приміщень, та їх вплив на процес поширення пожежі виробничо-складськими приміщеннями. Авторами встановлено, що створення в будівлях захищених об'ємів з допомогою завіс, зменшує швидкість пожежі у 1,8 раза, що створює передумови для швидкої ліквідації пожежі, зменшення кількості необхідних ресурсів для гасіння та ліквідації наслідків, а також збереження виробничих ресурсів підприємств. В роботі [5] автори досліджували поширення пожежі в середовищі

горючого навантаження з тканин бавовни та поліестеру із застосуванням програмного забезпечення *PyroSim* – графічного інтерфейсу для *Fire Dynamics Simulator (FDS)*, який дає змогу швидко і зручно створювати, редагувати та аналізувати складні моделі розвитку пожежі. А в [6-7] підтверджено ефективність *FDS* моделювання пожеж, що виникають за різних умов. *FDS* як комп'ютерне моделювання дає змогу без затрати значних матеріальних ресурсів перевірити ефективність певних конструктивних чи технічних протипожежних рішень, розробляти пропозиції щодо їх вдосконалення. В сучасному світі, коли ставляться вимоги до екологічності досліджень, комп'ютерне моделювання є найбільш доцільним інструментом, що створює адекватні моделі і результати.

Важливими також залишаються дослідження, спрямовані на запобігання поширенню пожеж виробничими приміщеннями швейних підприємств, яких проведено на даний час не достатньо. У наших дослідженнях вважаємо за доцільне перевіряти ефективність застосування теплозахисних панелей, а також способів їх застосування з метою виявлення факторів, що запобігають або навпаки сприяють поширенню пожеж швейними виробництвами.

Мета досліджень. Дослідити ефективність застосування теплозахисних панелей для захисту робочих місць швейних підприємств, визначити температури нагрівання захищеної та незахищеної теплозахисними панелями ділянок.

Наукова новизна роботи полягає у тому, що вперше досліджено ефективність застосування теплозахисної панелі для забезпечення додаткового протипожежного захисту окремого робочого місця швейного підприємства з використанням *FDS* моделювання.

Прилади і методи. Побудову 3D-моделі виробничої ділянки виконали в середовищі *PyroSim*, а моделювання пожежі – в *FDS* з використанням персонального комп'ютера з процесором *Intel(R) Core i5-2500K 3.7 GHz* та оперативною пам'яттю 16,00 *ГБ*. Опрацювання результатів досліджень здійснювали за числовими даними сформованих по завершенні моделювання програмних файлів, використовуючи методи регресійного аналізу та електронні таблиці *MS Excel*.

Виклад матеріалу. Належний рівень пожежної безпеки швейних підприємств забезпечується застосуванням різноманітних засобів протипожежного захисту, які включають в себе системи блискавкозахисту, системи пожежного сповіщення та пожежогасіння, системи аварійної вентиляції, первинні засоби пожежогасіння, протипожежні перегородки, які розділяють виробничі приміщення на протипожежні відсіки. Проте існує ряд виробничих приміщень швейних підприємств площею до 500 м2, на яких не застосовуються системи пожежогасіння [8]. Пожежна безпека таких виробництв забезпечується лише застосуванням протипожежних дверей на вході в приміщення та забезпеченням їх відповідними типами вогнегасників. В момент виникнення пожежі найважливішим завданням адміністрації є проведення евакуації персоналу з палаючого приміщення. Надалі можливим є також застосування на ранній стадії пожежі вогнегасників, що може врятувати ситуацію та запобігти подальшому поширенню пожежі. Але, як показує практика, пожежі швейних виробництв, на яких відсутні автоматичні системи пожежогасіння та інші системи протипожежного захисту, на момент прибуття пожежно-рятувального підрозділу охоплюють всю площу приміщення. У зв'язку з цим виникла необхідність пошуку додаткових способів підвищення пожежної безпеки виробничих приміщень швейних підприємств.

Під час аналізу заходів з протипожежного захисту виробництв швейних підприємств не було виявлено жодного випадку застосування протипожежних перешкод – теплозахисних панелей (екранів), спрямованих на захист окремих робочих місць, що може бути пов'язано з відсутністю подібних вимог у нормативних документах, які регламентують забезпечення пожежної безпеки [8-9]. Це вимагає проведення наукових, теоретичних та експериментальних досліджень, спрямованих на перевірку ефективності застосування теплозахисних панелей.

Обираючи місце для проведення дослідження необхідно визначити приміщення, де у виробничому процесі задіяна найбільша кількість персоналу, і в якому розташована найбільша кількість потенційних джерел займання. Теоретичними дослідженнями встановлено, що таким виробничим приміщенням, де одночасно створюється загроза для життя і здоров'я значної кількості людей, є швейний цех. Крім цього наявність тут значної кількості виробничого швейного обладнання різного функціонального призначення створює умови для виникнення джерел займання. Як правило, розташування ймовірного джерела займання збігається з розташуванням певного робочого місця.

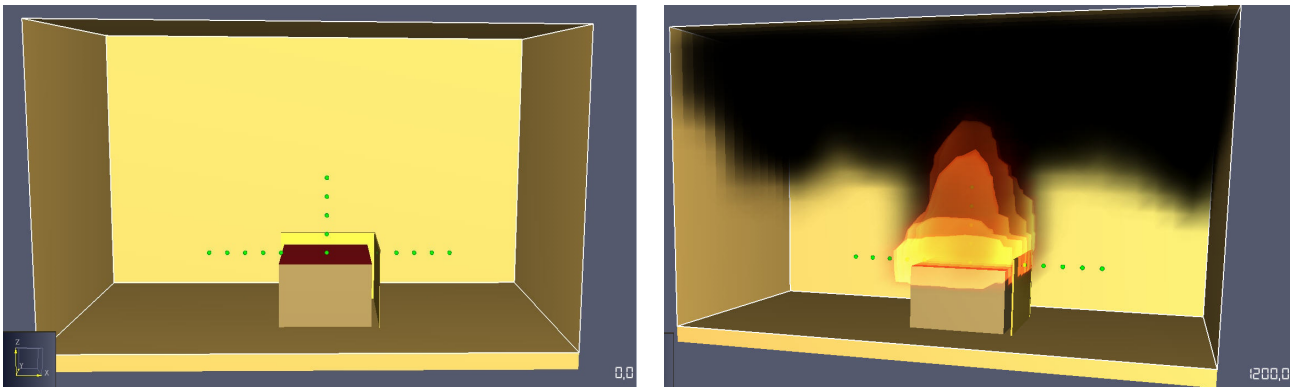
Тому, для підвищення ефективності застосування первинних засобів пожежогасіння у швейних цехах підприємств необхідно створити умови, спрямовані на зниження швидкості поширення пожежі. З цією метою було розроблено

та запропоновано спосіб, представлений у [10], який передбачає створення умов для запобігання поширення горіння між ділянками з пожежним навантаженням. Проте цей спосіб потребує проведення наукових досліджень, спрямованих на виявлення впливу факторів, наявних під час пожеж у швейних цехах, а також перевірки та встановлення ефективності його застосування під час виникнення пожежі. Таку перевірку на даний момент доцільно проводити з допомогою комп'ютерного моделювання, застосовуючи *PyroSim* та *FDS*.

Для перевірки ефективності застосування теплозахисних панелей для робочих місць швейних підприємств, враховуючи види пожежної навантаги, що обертаються у виробничому процесі, визначили безпечну температуру, за якої неможливе самозаймання горючих матеріалів пожежного навантаження робочого місця. Для тканин з бавовни безпечна температура становить 336°С, а для тканин з поліестеру – 400°С [11].

Моделювання проводили для фрагменту швейного цеху, в якому розташована окрема виробнича ділянка, обладнана теплозахисною панеллю. Панель виготовлена з металевого листа. Це рішення обґрунтовуємо тим, що метал характеризується високим ступенем вогнестійкості, значенням межі поширення полум'я М0 та відносною дешевизною реалізації. Функціонал програмного комплексу *PyroSim* дає змогу відтворити різноманітні значення комірок сітки. У нашому випадку розмір комірок становить 0,25×0,25×0,25 м, при цьому розміри домену становлять 6×2,5×3,2 м. Горючий матеріал пожежної навантаги мав такий хімічний склад – $C_{2,1}H_{33,8}O_{1,7}$, який властивий тканинам з бавовни та поліестеру. Виробнича ділянка представлена у вигляді робочого місця, де розміщено швейний стіл з виробничим обладнанням, сировиною та готовою продукцією. Площа обраної ділянки становила 1,5 м^2, пожежна навантага – 80 кг/м^2, потужність теплового потоку під час горіння – 1000 кВт/м^2, а висота модельованої ділянки – 0,8 м. Питома теплота згорання тканини з поліестеру – 30,8 МДж/кг. Висота теплозахисної панелі $h_{тзп}$ становила 0,95 м, товщина панелі – 0,00045 м. Відстань від захищеної ділянки до теплозахисної панелі становила 0,1 м. Максимальна висота теплозахисної панелі була обрана з метою забезпечення нормального функціонування швейного цеху. Для вимірювання температур над осередком горіння, а також з захищеної та незахищеної теплозахисною панеллю сторін використовували віртуальні термопари, які розташували на висоті 0,8 м, що є верхньою точкою пожежної навантаги робочого місця. Термопари розміщували на відстані 0,25 м одна від одної. Із захищеної та незахищеної сторін перші термопари розмістили на відстані 0,01 м від теплозахисної панелі та від пожежної навантаги відповідно
(рис. 1). Інші значення для побудови моделі залишили в межах стандартних величин за нормальних умов. Моделювання в програмному комплексі проводили тривалістю 20 хв, що є достатньою для прибуття, оперативного розгортання та подавання стволів на гасіння пожежі.

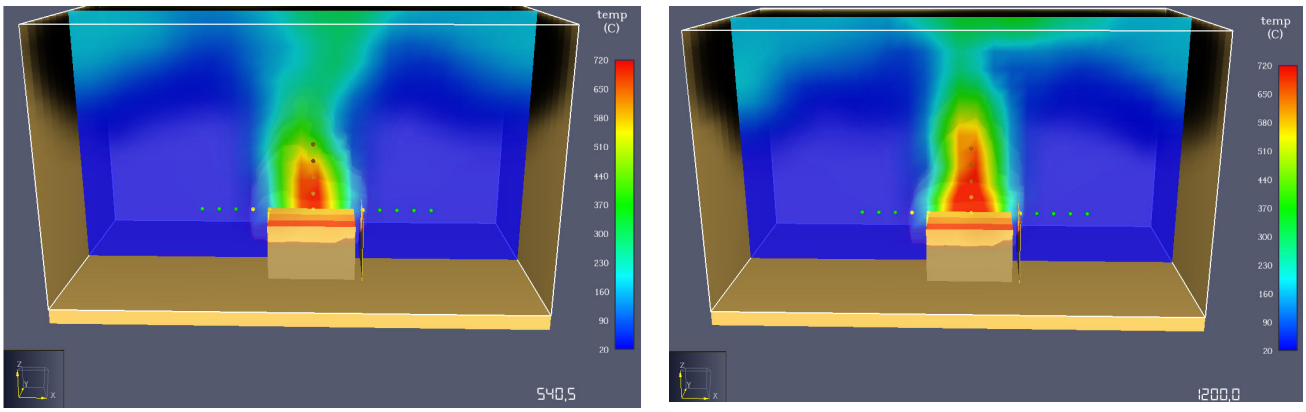
На основі отриманих під час моделювання результатів, використовуючи додаток *Smokeview*, здійснили візуалізацію процесу перебігу горіння (рис. 1).



а) *б)*

Рисунок 1 – Моделювання пожежі виробничої ділянки:
а) вигляд ділянки до початку горіння; б) горіння на 20-ій хв від початку горіння

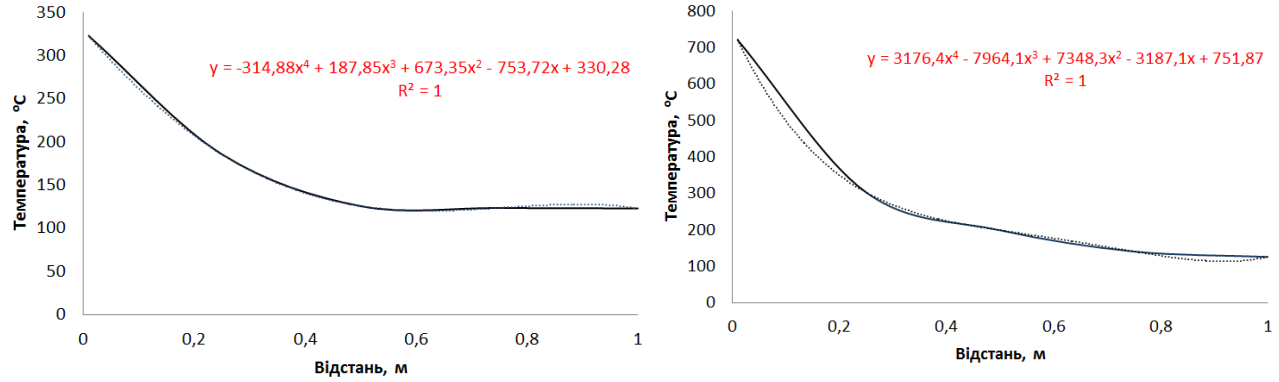
Використовуючи властивості програми, які дають змогу сформувати температурні шари, отримано температурні розподіли всередині фрагмента моделі приміщення, які відображені на рис. 2.



а) *б)*

Рисунок 2 – Температурні розподіли горіння:
а) вигляд на 9-ій хвилині горіння; б) вигляд на 20-ій хв горіння

Опрацювавши результати комп'ютерного моделювання, отримаємо температурні розподіли для захищеної та незахищеної теплозахисною панеллю сторін (зон) виробничої експериментальної ділянки, на якій відбувалось горіння, відповідно до вихідних даних (рис. 3).

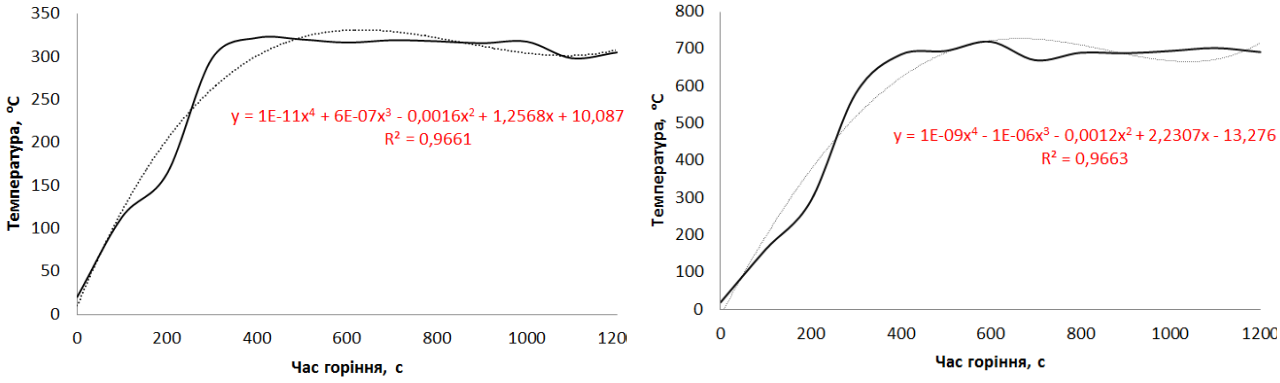


а) *б)*

Рисунок 3 – Залежності температур нагрівання від відстані:
а) до теплозахисної панелі з захищеної зони; б) до ділянки з незахищеної зони

В обох випадках дослідження встановлено, що поліноміальні залежності 4-го степеня найбільш точно відображають процес зміни температури. Зі збільшенням відстаней від експериментальної ділянки спостерігалася тенденція до зниження температур.

Користуючись результатами моделювання, дослідили зміну температур нагрівання в залежності від часу горіння для захищеної теплозахисною панеллю виробничої ділянки та для незахищеної (рис. 4).



а) *б)*

Рисунок 4 – Залежність температур нагрівання від часу горіння:
а) отримана для захищеної зони; б) отримана для незахищеної зони.

Для захищеної теплозахисною панеллю зони максимальна температура нагрівання спостерігалась на відстані 0,01 м від панелі та становила 322,81°С. При цьому температура на відстані 0,01 м з незахищеної сторони ділянки становила 720,73°С, що в 2,23 раза є більшою, ніж з захищеної сторони. Це пояснюється частковим перенесенням зони холодного повітря до верхніх меж теплозахисної панелі, що призводить до охолодження термопар, які розміщені на висоті 0,8 м та відповідають верхній точці розміщення пожежної навантаги на модельованій ділянці.

Що стосується осередку горіння, яке відбувалось на експериментальній ділянці, треба зазначити, що при потужності теплового потоку 1000 кВт/м^2 максимальна температура в місці розташування 1-ої термопари становила 953,08°С. Зі зростанням висоти температура горіння над осередком знижувалась до значення 665,38°С на висоті вимірювання 1 м.

Враховуючи значення безпечних температур та результати комп'ютерного моделювання встановлено, що використання теплозахисних панелей для робочих місць швейних цехів запобігатиме виникненню температур самозаймання на сусідніх ділянках, що в свою чергу призведе до значного зниження швидкості поширення пожежі.

Висновки

1. В роботі за допомогою програмного комплексу *PyroSim FDS* проведено комп'ютерне моделювання горіння робочого місця швейного цеху, яке обладнане теплозахисною панеллю, та здійснено порівняння температур нагрівання захищеної та незахищеної зон робочого місця.

2. Виявлено, що зростання температури нагрівання захищеної теплозахисною панеллю ділянки відбувалось до 7-ої хв та набуло максимального значення 322,81°С. Для незахищеної ділянки значення максимальної температури нагрівання було досягнуто на 10-ій хв від початку горіння та становило 720,73°С, що на 44,7% відрізняється від максимальної температури нагрівання захищеної ділянки.

3. На основі отриманих результатів встановлено, що теплозахисна панель, виготовлена з металевого листа товщиною 0,00045 м та висотою 0,95 м, розміщена на відстані 0,1 м від пожежної навантаги, впродовж 20 хв від виникнення горіння запобігає виникненню температур самозаймання на сусідніх робочих місцях.

4. Надалі заплановано проведення експериментальних досліджень, під час яких буде реалізовано підпал імітованого повнорозмірного робочого місця, обладнаного теплозахисними панелями відповідно до вихідних даних, та досліджено адекватність отриманих шляхом *FDS* моделювання результатів.

Список літератури:

1. Firoz A. Design of readymade garments industry for fire safety. A Dissertation for the Degree of Master in Disaster Management. Postgraduate Programs in Disaster Management (PPDM) BRAC University, 2011. 103 p.

2. Shamsul A. Fire and safety engineering in the garment factory of Bangladesh. Department of Mechanical and Chemical Engineering, 2016. 41 p.

3. Швець О. Ю. Протипожежна завіса (екран). SWorld: інт. зб. наук праць. 2014. №. 1. С. 45−52.

4. Гуліда Е. М., Шарий В. В. Вплив протипожежних завіс на швидкість розповсюдження пожежі в закритих приміщеннях виробничоскладських об'єктів. Пожежна безпека: Зб. наук. праць. ЛДУ БЖД. Львів, 2019. № 35. С. 23−29.

5. Товарянський В. І., Адольф І. І. Дослідження температур в середовищі горіння експериментальної швейно-виробничої ділянки. Пожежна безпека. 2022. №40. С. 92-98. DOI: 10.32447/20786662.40.2022.1.

6. Р. С. Яковчук, Я. В. Балло, А. Д. Кузик, О. І. Кагітін, В. М. Ковальчук FDS моделювання ефективності протипожежних карнизів на запобігання поширенню пожежі фасадними конструкціями висотних будівель. Вісник ЛДУ БЖД. 2021. №23. С. 39-45. DOI: 10.32447/20784643.23.2021.06.

7. PyroSim User Manual. URL: https://comexpert.pto.org.ua/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=1373&Itemid=102 (дата звернення 08.09.2022).

8. ДБН В.2.5-56:2014 Системи протипожежного захисту [Чинний від 2015-07-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України. Київ, 2015. 134 с.

9. Правила пожежної безпеки в Україні: затверджено наказом МВС України № 1417 від 30 грудня 2014 р. Офіційний вісник України. 2015. № 26. С. 91.

10. Спосіб додаткового протипожежного захисту робочих місць швейних підприємств: пат. Україна: A62C 2/00. № 151205; заяв. 20.01.2010; опубл. 15.06.2022, Бюл. № 24. 4 с.

11. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення. [Чинний від 2020-01-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2020. 84 с.

References:

1. Firoz A. Design of readymade garments industry for fire safety. A Dissertation for the Degree of Master in Disaster Management. Postgraduate Programs in Disaster Management (PPDM) BRAC University, 2011. 103 p.

2. Shamsul A. Fire and safety engineering in the garment factory of Bangladesh. Department of Mechanical and Chemical Engineering, 2016. 41 p.

3. O. Yu. Shvets Fire curtain (Screen). SWorld: Int. conf. sciences. 2014. Num. 1. Pp. 45−52.

4. Hulida Ye. Sharyy V. V. The effects of fire extinguishing vehicles fire distribution in indoors manufacturing and warehouse facilities. Fire safety: Collection of scientific works. LDU BGD. Lviv, 2019. №35, Pp. 23-29.

5. Tovarianskyi V. I., Adolf I. I. Research of temperatures in the combustion environment of the experimental sewing and production section. Fire Safety. 2022. No. 40. P. 92-98.

6. R.S. Yakovchuk, Ya.V. Ballo, A.D. Kuzyk, O.I. Kagitin, V.M. Kovalchuk FDS modeling of the effectiveness of fire eaves to prevent the spread of fire through facade structures of high-rise buildings. Bulletin of Lviv State University of Life Safety. 2021. No. 23. P. 39-45. DOI: 10.32447/20784643.23.2021.06.

7. PyroSim User Manual. URL: https://comexpert.pto.org.ua/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=1373&Itemid=102 (application date 08.09.2022).

8. DBN V.2.5-56:2014 Fire protection systems [Valid from 2015 -07-01]. Publ. offic. Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine, K, 2015. 134 p.

9. Fire safety rules in Ukraine: approved by order of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine No. 1417 of December 30, 2014. Official Gazette of Ukraine. 2015. № 26. C. 91.

10. Method of additional fire protection of workplaces of sewing enterprises: pat. Ukraine: A62C 2/00. No. 151205; statement 20.01.2010; published 15.06.2022, Bul. No. 24. 4 p.

11. DSTU 8828:2019 Fire safety. Terms. [Valid from 2020-01-01]. Publ. offic. Kyiv: UkrNDNC, 2020. 84 p.

© І. І. Адольф, В. І. Товарянський, 2022.

Науково-методична стаття.
Надійшла до редакції 14.11.2022.
Прийнято до публікації 12.12.2022.