

**Державна служба України з надзвичайних ситуацій**

**Черкаський інститут пожежної безпеки  
імені Героїв Чорнобиля  
Національного університету цивільного захисту України**

**Матеріали XII Міжнародної  
науково-практичної конференції  
«ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ГАСІННЯ ПОЖЕЖ  
ТА ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ»**

**08-09 квітня 2021 року**

Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій: Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції – Черкаси: ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2021. – 322 с.

Рекомендовано до друку Вченою радою факультету оперативно-рятувальних сил  
ЧІПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України  
*(протокол № 8 від 16.03.21 р.)*

Дозволяється публікація матеріалів збірника у відкритому доступі комісією з питань роботи із службовою інформацією в ЧІПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України  
*(протокол № 3 від 29.03.2021 р.)*

**Черкаси – 2021**

© ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2021



### **Шановні учасники конференції!**

*Щиро вітаю Вас із нагоди відкриття XII Міжнародної науково-практичної конференції «Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій».*

*Вже традиційно цей захід щороку збирає висококваліфікованих фахівців, наукових, науково-педагогічних та практичних працівників України та інших країн, які мають чудову нагоду не тільки обмінятися досвідом, новими напрацюваннями, досягненнями,*

*відкриттями, а й ознайомитись із сучасною протипожежною та аварійно-рятувальною технікою, обладнанням та засобами пожежогасіння.*

*Я надзвичайно пишаюся тим, що до конференції виявлено значний інтерес і, незважаючи на складну ситуацію в країні, географія гостей нашого заходу є досить широкою. В контексті цього щиро дякую Вам за відданість справі боротьби з пожежами, надзвичайними ситуаціями та їх наслідками, адже рятувальна галузь є пріоритетною не лише для України, а й для всієї світової спільноти.*

*Тематичні секції конференції сформовані з урахуванням актуальних теоретичних та практичних питань забезпечення цивільної безпеки, а саме: реагування на надзвичайні ситуації, пожежі та ліквідація їх наслідків; особливості створення та застосування протипожежної, аварійно-рятувальної та іншої спеціальної техніки; фізико-хімічних процесів розвитку та гасіння пожеж і ліквідації надзвичайних ситуацій, екологічної безпеки; методи та засоби навчання як елементи системи забезпечення техногенної та пожежної безпеки.*

*Безперечно, питання, винесені на конференцію, є актуальними для нашого сьогодення, тож переконаний, що фахові доповіді будуть сприяти розвитку науки і подальшому вдосконаленню якості підготовки здобувачів вищої освіти, а сформульовані пропозиції матимуть практичне значення для професійної діяльності фахівців Державної служби України з надзвичайних ситуацій.*

*Бажаю учасникам Міжнародної науково-практичної конференції плідної роботи та нових творчих здобутків в ім'я збереження життя та здоров'я громадян!*

*Начальник Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України кандидат технічних наук, професор*

**Віктор ГВОЗДЬ**

### **Організаційний комітет:**

**Голова оргкомітету:**

**Віктор ГВОЗДЬ**, заслужений працівник цивільного захисту України, кандидат технічних наук, професор, начальник Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України (Україна).

**Члени оргкомітету конференції:**

**Олександр ТИЩЕНКО**, заслужений працівник освіти України, кандидат технічних наук, професор, заступник начальника з навчальної та наукової роботи Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України (Україна);

**Володимир АНДРОНОВ**, доктор технічних наук, професор, Національний університет цивільного захисту України (Україна);

**Зураб КУТАТЕЛАДЗЕ**, професор, Тбіліський державний університет імені Іване Джавахішвілі (Грузія);

**Maria RAYKOVA**, PhD, Associated Professor, Technical University of Gabrovo (Bulgaria);  
**Telak OKSANA**, PhD, Head of State and Safety Sciences Department. Faculty of Civil Safety Engineering The Main School of Fire Service, Warsaw (Poland);

**Telak JERZY**, PhD, Prof., Head of Logistics Department, University of Social Sciences, Warsaw (Poland);

**Рима ТАМОШУНЕНЕ**, Professor, Вільнюський технічний університет ім. Гедімінаса (Литва);

**Шин МО СЕ**, компанія SAFEUS DRONE (Південна Корея); Mr. Attila SZABÓ, Lt. Colonel, head of institute, Disaster Management Research Institute, Management Training Center of Hungary, (Hungary);

**Daniel GJORGJIEVSKI**, Desk officer for NATO cooperation, Crisis Management Center, (Macedonia);

**Юрій РИСЬ**, Департамент персоналу Державної служби України з надзвичайних ситуацій (Україна);

**Сергій ЖАРТОВСЬКИЙ**, доктор технічних наук, старший науковий співробітник, Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту (Україна);

**Сергій НЕДІЛЬКО**, доктор технічних наук, професор, Кіровоградська льотна академія Національного авіаційного університету (Україна);

**Анатолій БЕЛІКОВ**, доктор технічних наук, професор, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» (Україна); Віталій СНИТЮК, доктор технічних наук, професор, Київський національний університет імені Тараса Шевченка (Україна);

**Сергій ЄРЕМЕНКО**, кандидат технічних наук, доцент, Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту (Україна);

**Ігор МАЛАДИКА**, кандидат технічних наук, доцент, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України (Україна);

**Віталій НУЯНЗІН**, кандидат технічних наук, доцент Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України (Україна);

**Віктор ПОКАЛЮК**, кандидат педагогічних наук, доцент Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України (Україна);

**Артем БИЧЕНКО**, кандидат технічних наук, доцент, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України (Україна);

**Володимир АРХИПЕНКО**, кандидат педагогічних наук, доцент, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України (Україна);

**Іван ЧОРНОМАЗ**, кандидат технічних наук, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України (Україна);

**Михайло ПУСТОВІТ**, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України (Україна);

**Дар'я ШАРІПОВА**, кандидат психологічних наук, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України (Україна).

**Відповідальний секретар конференції:**

**Артем МАЙБОРОДА**, кандидат педагогічних наук, доцент, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України (Україна).

### ОЦІНКА ІНТЕНСИВНОСТІ ТЕПЛОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ПРИ ГОРІННІ РЕЗЕРВУАРУ СВГ БАГАТОПАЛИВНОЇ АЗС

Олег КУЛАКОВ, канд. техн. наук, доцент,  
Національний університет цивільного захисту України

В Україні широко використовуються автомобілі, двигуни яких працюють на скраплених вуглеводневих газах (СВГ). СВГ є сумішшю пропану (до 95%), бутану та інших газів у незначній кількості [1]. Для зберігання СВГ на багатопаливних автозаправних станціях (АЗС) найбільш часто застосовуються стандартні газові модулі з надземним розташуванням резервуарів об'ємом від 5 до 15 м<sup>3</sup> [2]. СВГ зберігається під тиском до 16 кгс/см<sup>2</sup>.

При аварійній розгерметизації резервуару з СВГ створюється вибухонебезпечне середовище. Під час вибуху та пожежі виділяється теплове випромінювання, що негативно впливає на людину та навколишнє середовище. Безпечною для людини без захисного одягу є інтенсивність теплового випромінювання  $q$ , що не перевищує 1,4 кВт·м<sup>-2</sup>. Для людини у брезентовому одязі безпечним є випромінювання з  $q < 4,2$  кВт·м<sup>-2</sup>. Непереносний біль через 20÷30 с настає при  $q = 7,0$  кВт·м<sup>-2</sup>. Непереносний біль через 3÷5 с настає при  $q = 10,5$  кВт·м<sup>-2</sup> [3].

Інтенсивність теплового випромінювання при пожежі можливо визначити різними способами [4]. Оцінимо інтенсивність теплового випромінювання при горінні резервуару СВГ багатопаливної АЗС за стандартизованою методикою [5]. Припустимо найгірший варіант аварії – резервуар заповнений повністю (згідно [2] максимально припустимий рівень наливу складає 85%) раптово розгерметизувався та його вміст вийшов назовні. Також вважаємо, що СВГ зберігається в резервуарі при нормальних умовах.

Інтенсивність теплового випромінювання розраховують для двох випадків пожежі: пожежа розливу СВГ або «вогняна куля» (великомасштабне дифузійне горіння, що реалізується у разі розриву резервуара з СВГ під тиском із займанням вмісту резервуара). Для резервуару СВГ багатопаливної АЗС характерною є пожежа у вигляді «вогняної кулі».

Інтенсивність теплового випромінювання  $q$  при горінні СВГ обчислюємо за формулою:

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \psi, \text{ кВт} \cdot \text{м}^{-2}, \quad (1)$$

де  $E_f$  – середньо поверхнева густина теплового потоку випромінювання полум'я, кВт·м<sup>-2</sup>, допускається приймати

$E_f = 450$  кВт·м<sup>-1</sup>;  $F_q$  – кутовий коефіцієнт опромінення;  $\psi$  – коефіцієнт пропускання теплового випромінювання крізь атмосферу.

Значення  $F_q$  обчислюємо за формулою:

$$F_q = \frac{H/D_s + 0,5}{4 \cdot [(H/D_s + 0,5)^2 + (r/D_s)^2]^{1,5}}, \quad (2)$$

де  $H = \frac{D_s}{2}$  – висота центра «вогняної кулі», м;  $D_s = 5,33 \cdot m^{0,327}$  – ефективний діаметр «вогняної кулі», м;  $m$  – маса горючої речовини;  $r$  – відстань від об'єкта, що опромінюється, до точки на поверхні землі безпосередньо під центром «вогняної кулі», м.

Значення  $\psi$  обчислюємо за формулою:

$$\psi = \exp[-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot (\sqrt{r^2 + H^2} - D_s/2)]. \quad (3)$$

Результати розрахунків приведено на рисунку.

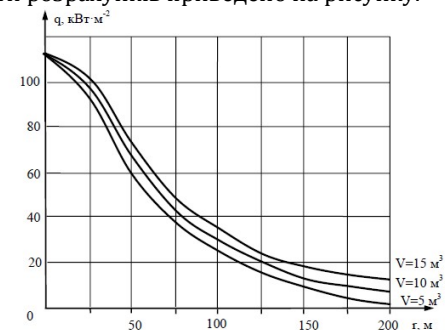


Рисунок – Залежності інтенсивності теплового випромінювання  $q$  від відстані  $r$  від об'єкта, що опромінюється, до точки на поверхні землі безпосередньо під центром «вогняної кулі» для найбільш часто застосованих об'ємів  $V$  ємностей надземних резервуарів СВГ, розраховані за формулами (1)-(3)

З рисунку видно, що при виникненні «вогняної кулі» внаслідок розгерметизації та вибуху резервуару з СВГ теплове випромінювання є небезпечним для життя людини та навколишнього середовища майже на відстані до 200 м.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ EN 589:2017 (EN 589:2008+A1:2012, IDT). Палива автомобільні. Газ нафтовий скраплений. Технічні вимоги та методи контролювання. Київ, 2017. 16 с. (Національний стандарт України).

2. Ємності, резервуари, газгольдери для скраплених вуглеводневих газів // Офіційний веб-портал підприємства «КРАПТ». URL: <http://krapt.com.ua/rezervuar-sug> (дата звернення: 18.02.2021).

3. Пожежі з вибухом паливо-повітряних сумішей // Навчальні матеріали онлайн. URL: [https://pidruchniki.com/86087/bzhd/pozhezhi\\_vibuhom\\_palivo-povitryanih\\_sumishey](https://pidruchniki.com/86087/bzhd/pozhezhi_vibuhom_palivo-povitryanih_sumishey) (дата звернення: 18.02.2021).

4. Тарахно О.В. Теоретичні основи пожежовибухонебезпеки: підручник. Харків, 2005. 315 с.

5. ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. Київ, 2016. 31 с. (Національний стандарт України).

### **ЗНИЖЕННЯ ГОРЮЧОСТІ ДЕРЕВИНИ ШЛЯХОМ МОДИФІКУВАННЯ ГУАНІДИНОВИМИ ПОЛІМЕРАМИ**

*Тетяна МАГЛЬОВАНА, канд. хім. наук, доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля  
НУЦЗ України*

По своїй природі деревина є природним полімером до складу якого входить целюлоза, лігнін, геміцелюлоза. Деревина володіє унікальними властивостями – має високий коефіцієнт конструктивної якості, достатню пружність, низьку тепло-звукопроникність, завдяки яким широко використовується в різних галузях народного господарства. Але як конструкційному матеріалу деревині, присутні певні недоліки: горючість та враження грибками і комахами [1]. Важливим є стійкість деревини до впливу вологи. Оскільки при наявності вологи з часом відбувається вимивання антипірену і деревина втрачає свої вогнезахисні властивості. Крім цього, наявність вологи у деревині з часом призводить до руйнування та гниття, оскільки створює сприятливу мікрофлору для розвитку грибків та комах [2]. З метою покращення фізико – хімічних властивостей деревини та для забезпечення надійного захисту її від гниття, горіння, розтріскування, розбухання, дії хімічно агресивних середовищ, останнім часом посилюється інтерес до процесів хімічного модифікування деревини. Однак до складу засобів для модифікування деревини, з метою збільшення вогне- та біостійкості досить часто входять речовини I, II, III класів токсичності: солі хрому, міді, миш'яку, цинку в поєднанні з боратами, хроматами, фосфорвмісними та іншими сполуками [3]. Наявність високонебезпечних хімічних речовин зменшує перспективу їх використання для вогне – та біозахисту деревини. Перспективним для захисту деревини від вологи та гниття є модифікування нітрогенофосфорвмісними полімерами, що значно знижує утворення бактерій на деревині та її послідує біологічне руйнування.

На наш погляд вирішення питання стосовно вогне- та біозахисту деревини можливо за рахунок використання полімерних речовин IV класу токсичності з гуанідиноювою структурою, що одночасно проявляють властивості антипіренів та біоцидних препаратів. За своїм хімічним складом солі ПГМГ подібні до природних гуанідинових антисептиків та відносяться до термічно стійких органічних речовин [3].

Деревина як природний полімер в своїй структурі містить велику кількість карбоксильних йонів, що визначають її зарядженість (аніоноактивні макромолекули). Виходячи з теорії побудови твердого тіла, поверхня деревини побудована з аніоноактивних макромолекул і буде мати негативний заряд. Таким чином, до такої поверхні спорідненими будуть матеріали, які мають позитивний заряд, тобто катіоноактивні макромолекули. ПГМГ, що мають високу адгезію до аніоноактивно зарядженого матеріалу. Дана властивість використана нами для отримання вогне- біозахисного покриття на поверхні деревини. Кінетика адсорбції вказує на зниження швидкості просочення в ряду сосна, береза, дуб. Аналіз ізотерм адсорбції дозволяє припустити про наявність хімічної взаємодії (разом з фізичною) між речовиною і деревиною. Порівняльним аналізом деструкції досліджено лінійну швидкість горіння модифікованих полімером зразків. Показано, що в залежності від концентрації полімеру лінійна швидкість горіння може бути зменшене в 4 рази в порівнянні з необробленими зразками. На наш погляд, це пов'язано з появою додаткових замісників, які обмежують сегментальну рухливість макромолекул і сприяють посиленню міжмолекулярної взаємодії, внаслідок більш щільної упаковки ланцюгів. Останнє є бажаним, оскільки вказує на отримання адсорбційного поверхневого шару, що сприяє підвищенню термостійкості матеріалу.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Шамаев В. А. Модифицирование древесины: Монография / В. А. Шамаев, Н. С. Никулина, И. Н. Медведев. – М.: ФЛИНТА, 2013. – 448 с.
2. Машкин Н. А. Повышение стойкости и долговечности модифицированной полимерами древесины: учеб. Пособие. М.: НГАС, 1996. 64с.
3. Жартовський В.М. Активний і пасивний протипожежний захист об'єктів з пожежним навантаженням із целюлозовмісних матеріалів / Жартовський В.М., Жартовський С.В. // Пожежна безпека: теорія і практика. — 2011. — №9. — С. 44-60.
4. Нижник В. В. Фізична хімія полімерів В. В. Нижник, Т. Ю. Нижник Підручник. – К.: Фітосоціоцентр, 2009. – 424с.