

Державна служба України з надзвичайних ситуацій

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

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

11-12 квітня 2019 року

Черкаси – 2019

<i>С. Л. Сядро, М. А. Кришталь</i> ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИЧНИХ ЗМІН У ПЕРЕРІЗАХ ВОГНЕЗАХИЩЕНИХ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ ПІД ДІЄЮ ПОЖЕЖІ	215
<i>Д. Г. Трезубов, О. В. Тарахно, М. В. Гридньов</i> ПРОБЛЕМИ ТЕРМІНОЛОГІЇ В ОБЛАСТІ САМОВІЛЬНОГО ЗАГОРЯННЯ	216
<i>Л. Б. Ящук</i> РОЗРАХУНОК ПЕРЕХОДІВ У МОЛЕКУЛІ КИСНЮ У КОМПЛЕКСІ ЗІТКНЕННЯ З МОЛЕКУЛЯРНИМ ЕТЕНОМ.....	219
<i>Л. В. Маладика, Р. О. Матюха</i> АКТУАЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВІЗОРІВ ПІД ЧАС ГАСІННЯ ПОЖЕЖ ТА ПРОВЕДЕННЯ РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ	221
<i>В. В. Ніжник, Я. В. Балло, О. О. Сізіков, С. Ю. Голікова</i> МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ПОЖЕЖІ КЛАСУ В.....	222
<i>С. В. Жартовський, Е. С. Жартовська</i> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СПРИНКЛЕРНИХ СИСТЕМ ПОЖЕЖОГАСІННЯ ДОДАВАННЯМ ДО ВОДИ ПОЛІМЕРІВ ГУАНІДИНОВОГО РЯДУ	225
<i>О. І. Башинський, М. З. Пелешко</i> ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДУ В'ЯЖУЧОГО ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ПОВЕДІНКУ БЕТОНУ В УМОВАХ ПОЖЕЖІ.....	227
<i>Ritoldas Šukys, Aušra Stankiuvienė, Zbignev Karpovič</i> EMISSIONS FROM SMOULDERING PINE WOOD AS A SOURCE OF AIR POLLUTION.....	229

**Секція 4. Методи та засоби навчання
як елементи системи забезпечення техногенної
та пожежної безпеки**

<i>О. Ф. Бабаджанова, А. П. Романчук</i> НАВЧАННЯ ГРОМАД СПІВПРАЦІ В ПРОТИДІЇ НАДЗВИЧАЙНИМ СИТУАЦІЯМ	235
<i>В. І. Бузько, О. І. Гордієнко, С. А. Ведула, І. О. Савін</i> ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ФІЗИЧНОЇ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ КУРСАНТІВ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ ДСНС УКРАЇНИ	238
<i>І. Д. Глазирін, В. О. Архипенко, Д. С. Шаріпова, С. Р. Коваленко</i> ХАРАКТЕРИСТИКА ФІЗИЧНОГО РОЗВИТКУ КУРСАНТІВ	242

3. За даним графіком визначається товщина покриття відповідно до критичної температури згідно із табл. 4.3, яку вогнезахисне покриття має забезпечити відповідно до нормованої межі вогнестійкості із стандартного ряду значень R 15, R 30, R 45, R 60, R 90, R 120, R 150 як це зазначено у відповідних стандартах [3, 4]. Межа вогнестійкості R 150 є найбільшою у табл. 4 ДБН В.1.1.7: 2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва [3], тому дана межа вогнестійкості є найбільшою межею ряду для дослідження вогнезахисної здатності покриття.

4. Для знаходження товщини покриття для забезпечення відповідної межі вогнестійкості з отриманих рядів значень температур для заданої межі вогнестійкості вибираються два значення, які є найближчими до даної критичної температури, з яких одне менше критичної температури а інше більше неї. Товщина покриття визначається шляхом лінійної інтерполяції між цими значеннями, як це рекомендоване у стандарті ДСТУ Б.В. 1.1-17:2007 [5].

5. Використовуючи отримані значення товщини будуються відповідні графіки та номограми вогнезахисної здатності вогнезахисних покриттів на основі речовини «ANTIFIRE».

Висновки. За даним алгоритмом була досліджена вогнезахисна здатність вогнезахисних покриттів для коробчастого двотаврового перерізу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мацевитый Ю. М. Обратные задачи теплопроводности : [в 2-х т.] / Мацевитый Ю.М. – Т. 1 : Методология. – К.: Наукова думка, 2002. – 408 с.
2. Самарский А. А. Введение в теорию разностных схем / Самарский А.А. – М.: Наука, 1971. – 554 с.
3. Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва. ДБН В.1.1-7-2002 [Чинний від 2003-05-01.]. – К.: Видавництво “Лібра”, 2003. – 87 с – (Національний стандарт України).
4. ДБН В.1.2-7-2008. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека.
5. ДСТУ Б В.1.1-17:2007 Вогнезахисні покриття для будівельних несучих конструкцій. Метод визначення вогнезахисної здатності. (ENV 13381-4:2002). [Чинний від 2007-01-01.] – К.: Укрархбудінформ, 2007. – 62 с – (Національний стандарт України).

*Д. Г. Трегубов, канд. техн. наук, доцент,
О. В. Тарахно, канд. техн. наук, доцент, М. В. Гридньов,
Національний університет цивільного захисту України*

ПРОБЛЕМИ ТЕРМІНОЛОГІЇ В ОБЛАСТІ САМОВІЛЬНОГО ЗАГОРЯННЯ

На теперішній час склалася ситуація, за якої на території України для визначення видів самовільного виникнення горіння користуються різною термінологією. Розбіжність у термінології визначається різноманітністю заміни термінології російськомовного походження. Таке становище

викликає непорозуміння між фахівцями під час обговорення відповідних питань. У той же час поглиблений аналіз суті явищ самовільного виникнення горіння показує можливість та необхідність загальної зміни термінології у даному питанні.

Якщо розглядати вихідні положення для створення термінології, то головна різниця між двома можливими видами самовільного виникнення горіння полягає в тому, що у першому випадку запалюється уся суміш водночас у гомогенному або квазігомогенному режимі; а у другому – запалювання відбувається у незначному осередку самонагрівання у скупченні твердого матеріалу або на зовнішній реакційній поверхні кускового матеріалу внаслідок гетерогенних процесів. При цьому інша частина речовини залишається холодною.

У ДСТУ [1, 2] не чітко сформульовані визначення видів виникнення горіння, що призвело до можливості використання різних термінів на території України при позначенні однакових процесів. Це можна пояснити недосконалістю термінологій в означеній області взагалі, що потребує впорядкування. Якщо узагальнити, існує лише два види впливу на горючу речовину, що можуть призвести до виникнення горіння, - запалювання внаслідок дії безумовного джерела запалювання та самовільне виникнення горіння без дії безумовного джерела запалювання.

За сучасним ДСТУ 2272-2006 [1] розрізняють види самовільного виникнення горіння: самозагоряння – загоряння внаслідок самонагрівання, самозаймання – займання внаслідок самонагрівання. Такі визначення не дають розуміння щодо означених явищ. Деяке розуміння можна отримати з аналізу споріднених термінів у цьому ж ДСТУ: займання – виникнення полум'яного горіння, загоряння – виникнення горіння, запалювання – ініціювання горіння. Тобто, термін «загоряння» є найбільш широким і принципово не відрізняє «самозагоряння» й «самозаймання», передбачаючи останній як частину попереднього. Для виникнення горіння під дією джерела запалювання терміну не встановлено (запалювання, як ініціювання горіння, може відбуватись шляхом різних видів виникнення горіння). Якщо звернутись до різномовного співвідношення родових понять: самозагоряння – самовозгорание – self-ignition; самозаймання – самовоспламенение – (не наведено). Аналіз показує, що походження сучасних україномовних термінів є прямим перекладом російських, але не зовсім відповідає процесам, які аналізуються за допомогою даних понять.

ДСТУ 2272-1993 [2] надає іншу термінологію, проте визначення видів виникнення горіння теж є не зовсім зрозумілими: самозаймання – початок горіння без впливу джерела запалювання, самоспалахування – самозаймання, що супроводжується появою полум'я. Тобто прийнято, що «самоспалахування» є випадком «самозаймання». При цьому запропоновано наступне співвідношення родових понять між різними мовами: самозаймання – самовозгорание – autoignition; самоспалахування – самовоспламенение – endogenous autoignition. Виникнення горіння внаслідок дії джерела запалювання за даним ДСТУ позначали терміном «загоряння».

Якщо проаналізувати термінологію англomовних видань щодо

виникнення горіння, то термін «self-ignition» зустрічається як для самовільного загоряння твердих речовин [3], так і для пари рідин [4], тобто виглядає як узагальнене поняття самовільного виникнення горіння. Для самовільного виникнення горіння пари рідин у закордонних виданнях частіше використовують термін «auto-ignition» [5]. Для твердих речовин часто використовують термін «spontaneous combustion» [6].

У НУЦЗУ для явищ самовільного виникнення горіння застосовуються поняття, закріплені з часів дії ДСТУ 2272-1993 [2]: «самоспалахування» - виникнення горіння у всій повітряній горючій суміші одночасно та «самозаймання» - виникнення горіння в осередку у скупченні твердої речовини під впливом внутрішніх екзотермічних процесів [7]. Це зумовлено спробою характеризувати за їх допомогою фізико-хімічні процеси, що протікають в момент самовільного виникнення горіння. Так, поняття «самоспалахування» описує виникнення горіння всієї газо-пароповітряної горючої суміші одночасно (частіше у вигляді кінетичного горіння) – як самовільний спалах. Поняття «спалах» передбачає саме кінетичне горіння без різкого збільшення тиску продуктів реакції. У ДСТУ 2272-2006 таке виникнення горіння характеризують як «самозаймання». Але можна згадати, що «температура займання» - це температура конденсованої речовини, за якої над її поверхнею при запалюванні виникає стійке полум'яне горіння. Тому поняття «самозаймання» повніше характеризує саме самовільне полум'яне загоряння конденсованих горючих систем, а не газо-, паро-, пилоповітряних систем. Повертаючись до термінології НУЦЗУ – поняття «самозаймання» описує виникнення горіння конденсованої горючої речовини, що має гетерогенний контакт з окисником та займається у вигляді полум'яного чи безполум'яного горіння в осередку акумуляції тепла. Тобто, термін «самозаймання» також не повною мірою описує процеси, що відбуваються при самонагріванні у скупченні твердої речовини, та потребує уточнення.

Пропонуємо нову класифікацію видів виникнення горіння: вимушене запалювання – ініціювання горіння джерелом запалювання з достатніми температурою та потужністю, самозапалювання – самовільне ініціювання горіння певними процесами всередині горючої системи. Самозапалювання можна поділити на: самоспалахування – самовільне виникнення горіння у всій горючій повітряній системі; самозагоряння – самовільне утворення у твердій речовині розжареного осередку, здатного до запалювання; самозаймання – наслідок самозагоряння з виникненням полум'яного горіння; саможевріння – наслідок самозагоряння без полум'яного горіння. Відповідно, формулюємо різномовне співвідношення родових понять: «самозапалювання – самозажигание – self-ignition», «самоспалахування – самовоспламенение – autoignition», «самозаймання – самовозгорание – spontaneous combustion».

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 2272-2006. Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять. Наказ № 162 від 29.06.2006 р. Чинний від 1.10.2006 р. Київ: Держст. 2006. 32 с.
2. ДСТУ 2272-1993. ССБП. Пожежна безпека. Терміни та визначення. Наказ №169

від 12.11.1993. Чинний від 01.01.1995. Київ: Держст. 1995. 27 с.

3. Gross D., Robertson A.F. Self-ignition temperatures of materials from kinetic-reaction data / JR of the National Bureau of Standards. Vol. 61, No.5, 1958. P. 413-417.

4. Setchkin N.P. Determination of the self-ignition temperature of combustible liquids. Report of national bureau of standards. 1952 с. 72 p.

5. Ha D.M.. Prediction and Measurement of Autoignition Temperature of Toluene and Butanol System // Journal of the Korean Society of Safety. 2016. №30. P. 99–110.

6. Hood O.P. Factors in the spontaneous combustion of coal / Naval Engineers Journal. 36(1). 2009. P. 106 – 109.

7. Тарахно О.В., Жернокльов К.В., Баланюк В.М. Лабораторний практикум з курсу «Теорія розвитку та припинення горіння». Харків, 2004. 196 с.

*Л. Б. Ящук, канд. хім. наук, доцент,
Черкаський державний технологічний університет*

РОЗРАХУНОК ПЕРЕХОДІВ У МОЛЕКУЛІ КИСНЮ У КОМПЛЕКСІ ЗІТКНЕННЯ З МОЛЕКУЛЯРНИМ ЕТЕНОМ

Горіння – це складний фізико-хімічний процес, в якому перетворення речовин супроводжується інтенсивним виділенням тепла, яскравим сяйвом і тепломасообміном з навколишнім середовищем. Реакція горіння проходить по радикальному механізму і в такому випадку важливим аспектом є вивчення молекулярної структури молекул, за участю яких відбуватиметься реакція. Молекула кисню є учасником багатьох процесів, що відбуваються у навколишньому середовищі. В останні роки значна увага приділяється теоретичним дослідженням фотопроцесів, які відбуваються за участю молекул кисню та озону. Незважаючи на те, що атмосферне повітря містить тільки 23 % O_2 , проте саме поглинання в смузі Шумана-Рунге ($B^3\Sigma_u^- - X^3\Sigma_g^-$) захищає Землю від ультрафіолетової радіації Сонця. Фотодисоціація O_2 , що відбувається при цьому, приводить до виникнення озону в стратосфері та ряду інших процесів, які є важливими для фотохімії і балансу атмосфери. Здатність запасати енергію хімічного зв'язку при рекомбінації атомів $O(^3P) + O(^3P)$ у вигляді метастабільних збуджених станів кисню є визначальним фактором атмосфери Землі.

Розрахунки комплексів зіткнення O_2 з діамагнітними молекулами газів і органічних розчинників дали змогу пояснити селективне посилення ряду смуг кисню. В представленій роботі на основі квантово-хімічного розрахунку комплексу зіткнення O_2 з етиленом передбачений новий спосіб визначення збудженого $c^1\Sigma_u^-$ стану в сумішах газів і в розчинах кисню з органічними сполуками (етенем). Розрахунок проведений методом конфігураційної взаємодії з використанням базису 6-311G* для молекулярних орбіталей, отриманих обмеженим методом Хартрі-Фока для відкритих оболонки. Розраховані енергії, дипольні моменти переходів та їх

характеристики між п'ятьма нижчими синглетними станами в комплексі представлені в таблиці:

Характеристики переходів в комплексі зіткнення $O_2+C_2H_4$

	перехід	Дипольний момент, М		Енергія переходу, Е		Сила осцилятора а f, 10^{-6}
		ea_0	дебай	cm^{-1}	еВ	
1-3	$a^1\Delta_g - b^1\Sigma_g^+$	-0,0033	-0,0084	5180,6	0,64	0,4
1-4	$a^1\Delta_g - ^1(XT)$	-0,0219	-0,0558	30865,4	3,83	9
2-3	$a^1\Delta_g - b^1\Sigma_g$	0,0133	0,0337	5173,3	0,64	3
4-5	$^1(XT) - c^1\Sigma_u^-$	-0,0569	0,1447	4713,5	0,58	46

Два вироджених стани $a^1\Delta_g$ молекули O_2 які в комплексі зіткнення мають різну симетрію 1B_2 і 1A_1 тут позначені a' і a , відповідно. Терм $^1(XT)$ відповідає основному стану кисню ($X^3\Sigma_g^-$) в контакті з триплет-збудженим етиленом (T). Такий $^3(\pi\pi^*)$ триплетний стан етилену може розглядатися як модель триплет-збудженого барвника, який зазвичай використовується як сенсibilізатор синглетного $a^1\Delta_g$ кисню. Переходи в $^1(XT)$ стан з нижніх станів заборонені по симетрії, за винятком переходу 1-4. Цей перехід $^1(a'S_0) - ^1(XT)$ отримав назву кооперативна фосфоресценція, так як включає $S_0 \leftarrow T$ випромінювання в етилені з одночасним збудженням $a^1\Delta_g \rightarrow X^3\Sigma_g^-$ в молекулі кисню. Важливим результатом роботи є передбачення порівняно великої інтенсивності переходу 4-5. Це кооперативний перехід $^1(XT) - ^1(cS_0)$, який зводиться до збудження кисню в смузі Герцберга II, з одночасною дезактивацією T -стану барвника. При зіткненні з C_2H_4 цей перехід є найбільш інтенсивним. Спостереження такого переходу в розчинах чи сумішах газів дозволить визначати концентрацію триплетних станів барвника або $c^1\Sigma_u^-$ термів O_2 в залежності від того, спостерігається перехід в поглинання чи випромінювання.

ЛІТЕРАТУРА

1. В. F. Minaev, O. Vahtras, H. Ågren. Magnetic phosphorescence of molecular oxygen. A study of the $b^1\Sigma_g^+ \rightarrow X^3\Sigma_g^-$ transition probability using multiconfiguration response theory. // J. Phys. Chem. 1996. V. 208. p. 299-311.
2. Б.Ф. Минаев, Л.Б. Ящук Электронно-вращательное взаимодействие и вероятность перехода $c^1\Sigma_u^- \rightarrow b^1\Sigma_g^+$ в молекуле кислорода.// Химия высоких энергий. том. 38. № 4. 2004. с. 1-6.
3. P. Carsky, M. Urban. "Ab initio calculations. Methods and applications in Chemistry". Lectures Notes in Chemistry. Vol. 16 (Springer Berlin, 1980).