

Міжнародна  
науково-практична конференція

**Проблеми  
надзвичайних  
ситуацій**

**МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**Харків  
19 травня 2022 року**

**САДКОВИЙ Володимир**, доктор наук з державного управління, професор, ректор Національного університету цивільного захисту України (Україна);

**АНДРОНОВ Володимир**, доктор технічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, Національний університет цивільного захисту України (Україна);

**ANSZCZAK Marcin**, EngD, Main School of Fire Service in Warsaw (Poland);

**БАНАХ Віктор**, доктор технічних наук, професор, Запорізький національний університет (Україна);

**БАМБУРА Андрій**, доктор технічних наук, професор, ДП «Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (Україна);

**ВАСЮКОВ Сергій**, PhD, Національний інститут ядерної фізики, Рим (Італія);

**ГОЛІНЬКО Василь**, доктор технічних наук, професор, НТУ «Дніпровська політехніка» (Україна);

**ГОЛОДНОВ Олександр**, доктор технічних наук, професор, ТОВ «Стальпроектконструкція ім. В.М. Шимановського» (Україна);

**ДАДАШОВ Ільгар**, доктор технічних наук, Академія Міністерства надзвичайних ситуацій Азербайджанської Республіки, Баку (Азербайджан);

**ДАНЧЕНКО Юлія**, доктор технічних наук, професор, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності (Україна);

**ЛАПЕНКО Олександр**, доктор технічних наук, професор, навчально-науковий інститут аеропортів Національного авіаційного університету (Україна);

**МАМОНТОВ Ігор**, PhD, заслужений юрист України, Київський національний університет будівництва та архітектури (Україна);

**ОТРОШ Юрій**, доктор технічних наук, професор, Національний університет цивільного захисту України (Україна);

**ПЕТРУК Василь**, доктор технічних наук, професор, Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля (Україна);

**РИБКА Євгеній**, доктор технічних наук, старший дослідник, Національний університет цивільного захисту України (Україна);

**РОМІН Андрій**, доктор наук з державного управління, професор, Національний університет цивільного захисту України (Україна);

**СУР'ЯНІНОВ Микола**, доктор технічних наук, професор, Одеська державна академія будівництва та архітектури (Україна);

**ФАТІГ Махмет Ємен**, доктор технічних наук, Університет Мехмета Акіфа Ерсоя, Бурдур (Туреччина);

**ФОМІН Станіслав**, доктор технічних наук, професор, Харківський національний університет будівництва та архітектури (Україна);

**ШМУКЛЕР Валерій**, доктор технічних наук, професор, Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова (Україна);

**ВАСИЛЬЧЕНКО Олексій**, PhD, доцент, Національний університет цивільного захисту України (Україна).

**МИХАЙЛОВСЬКА Юлія**, PhD, Національний університет цивільного захисту України (Україна).

*Відповідальний секретар:*

**РАШКЕВИЧ Ніна**, PhD, Національний університет цивільного захисту України (Україна).

**Problems of Emergency Situations:** Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2022. 276 с.

У збірнику включено матеріали міжнародної науково-практичної конференції «**Problems of Emergency Situations**», яка відбулася на базі Національного університету цивільного захисту України, за такими тематичними напрямками: запобігання надзвичайним ситуаціям; науково-практичні аспекти моніторингу та управління у сфері цивільного захисту; реагування на надзвичайні ситуації та ліквідація їх наслідків; хімічні технології та інженерія, радіаційний та хімічний захист; екологічна безпека та охорона праці.

*Рекомендовано до друку вченою радою факультету пожежної безпеки  
(протокол № 9 від 18 квітня 2022 року).*

<b>Волков О.О., Краєвська Ж.В., Васильченко О.В., Ганніченко Т.А., Михайлова Л.С.</b> Додаткове зміцнення ювелірного інструменту типу «шабер» з використанням тертя .....	122
<b>Гапон Ю.К., Кустов М.В., Чиркіна М.А., Романова О.О.</b> Малі модульні реактори як альтернатива використання ВВЕР на атомних станціях України	124
<b>Гапон Ю.К., Трегубов Д.Г., Слепужніков Є.Д., Липовий В.О.</b> Керування кластерною будовою металевих покриттів шляхом електрохімічного співосадження металів .....	126
<b>Кодрик А.І., Тітенко О.М., Борисов А.В., Жартовський С.В., Мороз О.М.</b> Теоретичні передумови створення вогнегасного розчину на основі водопоглинаючого полімеру Esoflocf-07 для гасіння пожеж в екосистемах .....	128
<b>Коровникова Н.І., Олійник В.В.</b> Каталітична активність волокнистих комплекситів в реакціях розкладання та окислення сполук .....	130
<b>Кустов М.В., Мельниченко А.С.</b> Вплив сорбції газів на їх розповсюдження в атмосфері .....	132
<b>Ліхнівський Р.В., Цапко Ю.В., Цапко О.В., Коваленко В.В., Онищук А.Є.</b> Застосування інтумісцентного покриття для підвищення вогнестійкості кабельної продукції .....	134
<b>Мальований М.С., Сакалова Г.В., Блажко А.В., Безносюк Н.С., Bordin I.</b> Дослідження структурних особливостей відпрацьованих бентонітових глин ...	136
<b>Пастернак В.В.</b> Комп'ютерно-імітаційне моделювання опуклими багатогранниками та круглими сферами .....	138
<b>Пастернак В.В., Рубан А.В.</b> Дослідження структурно-неоднорідних матеріалів методами комп'ютерного матеріалознавства .....	140
<b>Пастернак В.В., Самчук Л.М., Медведчук Н.К., Рубан А.В.</b> Теоретичні та експериментальні дослідження елементів конструкцій з втручанням CAD/CAM/CAE технологій .....	142
<b>Пінчук Н.В., Терлецький О.С.</b> Вплив тиску та потенціалів зміщення на структуру та властивості нітридних покриттів TiN .....	144
<b>Ромашко В.М., Ромашко-Майстрок О.В.</b> Універсальна діаграма дійсного стану бетону в залізобетонних елементах та конструкціях .....	146
<b>Савова О.В., Покроєва Я.О., Воронов Г.К., Христич О.В., Стороженко В.О.</b> Біоцидні склокристалічні покриття для керамограніту .....	148
<b>Скородумова О.Б., Тарахно О.В., Чеботарьова О.М., Mashkov V.</b> Органо-неорганічні золі SiO <sub>2</sub> для підвищення вогнезахисних властивостей котонвмісних текстильних матеріалів .....	150
<b>Трегубов Д.Г., Тарахно О.В., Трегубова Ф.Д.</b> Осиліційність та ступінчастість температур плавлення вуглеводнів як маркер їх кластерної будови .....	152
<b>Тульський Г.Г., Ляшок Л.В., Гомозов В.П., Васильченко О.В., Скатков Л.І.</b> Одержання порошку вольфраму через електрохімічне перероблення вольфрам-кобальтових псевдосплавів для модифікації арамідної тканини .....	155
<b>Цапко Ю.В., Бондаренко О.П., Горбачова О.Ю., Мазурчук С.М.</b> Деякі аспекти вогнезахисту деревини інтумесцентним покриттям .....	157
<b>Цапко Ю.В., Бондаренко О.П., Цапко О.Ю., Саранін Ю.О.</b> Покриття для вогнезахисту конструкцій з тканин .....	159
<b>Цапко Ю.В., Горбачова О.Ю., Мазурчук С.М., Бондаренко О.П.</b> Дослідження поверхневих властивостей фанери .....	161
<b>Шабанова Г.М., Миргород О.В., Пирогов О.В., Рудаков С.В.</b> Дослідження деяких термодинамічних даних алюмінатів барію .....	163

## ОСИЛЯЦІЙНІСТЬ ТА СТУПІНЧАСТІСТЬ ТЕМПЕРАТУР ПЛАВЛЕННЯ ВУГЛЕВОДНІВ ЯК МАРКЕР ЇХ КЛАСТЕРНОЇ БУДОВИ

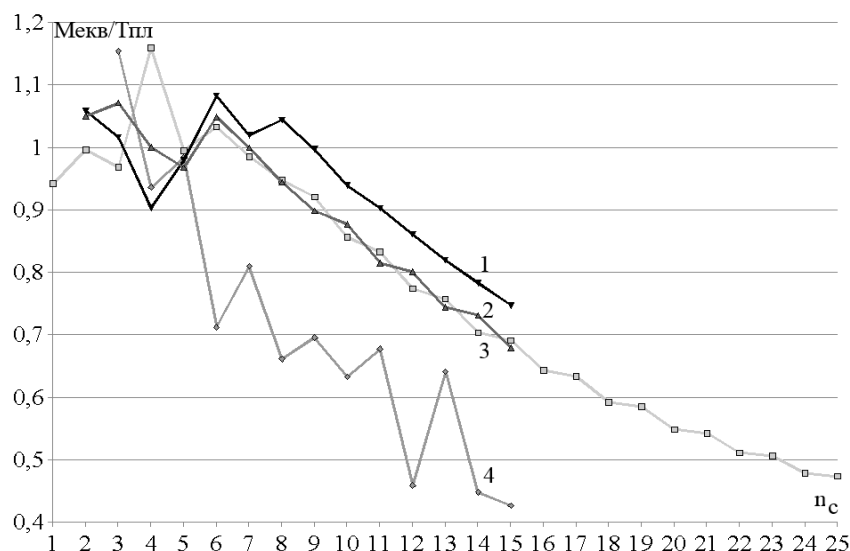
*Трегубов Д.Г., к.т.н., доцент,  
Тарахно О.В., д.т.н., професор,  
Трегубова Ф.Д.*

*Національний університет цивільного захисту України*

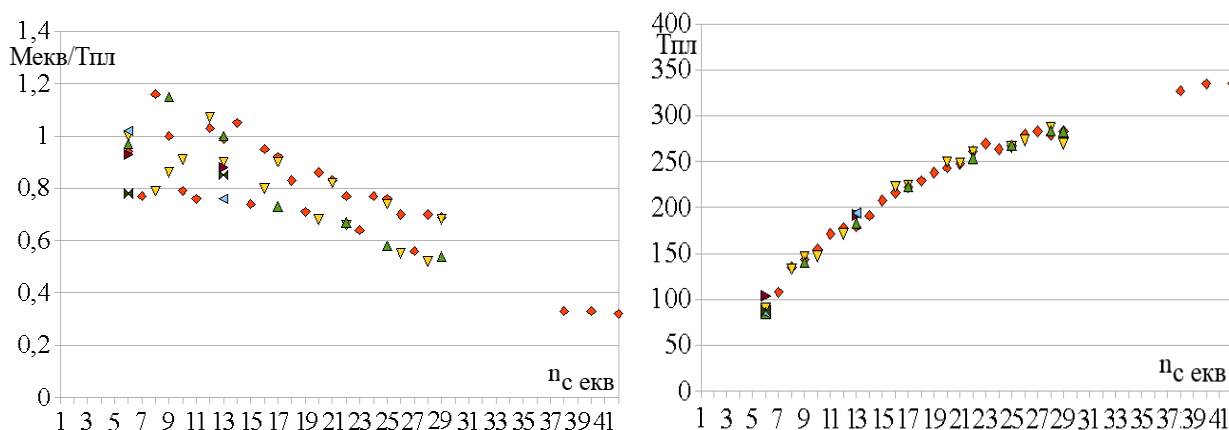
Усі напрямки використання речовин спираються на певні параметри їх фізико-хімічних властивостей. Але багато з цих властивостей мають аперіодичний характер зростання у кожному гомологічному ряду. Такі особливості як чергування для «парних-непарних» молекул спостерігаються для температур плавлення  $t_{\text{mp}}$  та масових швидкостей вигорання [1]. Рентгенівський аналіз виявив для непарних *n*-алканів менш щільну упаковку молекул з більшими міжмолекулярними відстанями [2]. Відомі розрахунки через серії Атуме та молекулярну масу [3]. Враховують внесок функціональних груп у формування властивостей речовини (для  $t_{\text{mp}}$  [4]). Для етану, пропану, *n*-бутану у твердому стані виявлено шарові структури з молекулярною геометрією «прямокутник», «п'ятикутник», «шестикутник» [5], тому пропан упаковано більш щільно і в нього найменша  $t_{\text{mp}}$ . Одним з пояснень розбіжності може бути кластерна будова речовини та її відмінності для «парних» та «непарних» молекул [2]. Для рідкого стану *n*-гексанолу показано наявність ди-, три- та тетрамерів [6]. Циклобутан може утворюватись шляхом димеризації етилену, вінілацетилен – димеризації етіну, бензол – тримеризації етіну, триметилбензол – тримеризації пропіну (тобто у рідинах відповідні димери або тримери існують, а за температурного впливу та наявності каталізаторів реакція завершується), циклододекан – гідруванням продуктів циклотримеризації бутадієну у присутності каталізаторів, циклогексан має найменшу напруженість у молекулі. Тому можна очікувати, що у рідині існують миттєві кластерні структури, а стабільні – у твердому стані. З'ясування наявності та особливостей кластерної будови речовини допоможе прогнозувати її властивості.

Приймемо, що характерні температури речовин – це температури зміни стану та руйнування кластерів на менші стійкі утворення: температури плавлення, сублімації, кипіння та ін. Речовини, що не утворюють менших стійких кластерів, як правило лише розкладаються. Тоді температура плавлення – це температура перетворення стійкої макромолекули кластерного типу у кластер рідини як імовірнісну структуру, яка постійно перегрупується, а властивості речовини будуть корелювати з кількістю атомів у кластері та його молярною масою. Логічно припустити, що така залежність повинна мати плавний, в оптимальному випадку майже лінійний характер, оскільки кожний наступний представник гомологічного ряду відрізняється від попереднього на стандартну молекулярну ланку ланцюга. Однак аналіз залежностей багатьох гомологічних рядів показує, що ця логіка для них не працює [1]. Нами проводиться пошук способу звільнитися від осциляційності залежностей в гомологічних рядах вуглеводнів. Цікавим виглядало співвідношення молярної маси кластеру до температури плавлення у *K* (оскільки цифри є схожими; так, для гексамеру метану це буде 96/90,5). Графік показує, що розгляд властивостей речовини за кількістю атомів у молекулі не відображає її властивостей.

Оскільки найменшим кластером є димер, можна передбачити лінійну димеризацію. Але виявилось, що осциляційність можна пояснити димеризацією парних та непарних молекул за положенням карбону «1» та «2», відповідно. Тоді виникає необхідність враховувати довжину та молярну масу кластерів, рис. 2.



**Рис.1.** Залежність співвідношення молярної маси кластеру до  $T_{пл}$  від кількості атомів карбону у молекулі: 1 – алкени; 2 – алкіни; 3 – алкани; 4 – циклоалкани.



**Рис. 2.** Залежність від довжини кластеру параметрів « $M_{екв}/T_{пл}$ » та « $T_{пл}$ ».

Для алканів, алкенів, алкінів та циклоалканів розроблено апроксимаційну формулу взаємозв'язку довжини кластеру з температурою плавлення:

$$t_{пл} = 0,0079(n_{с\ экв})^3 - 0,703(n_{с\ экв})^2 + 24,762(n_{с\ экв}) - 305,8, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (1)$$

Дана формула працює на добірку з 80 речовин та має  $R^2 = 0,9953$ . Цікава також апроксимація від еквівалентної молярної маси кластеру у К:

$$T_{пл} = -4 \cdot 10^{-17}(M_{екв})^6 + 4 \cdot 10^{-13}(M_{екв})^5 - 10^{-09}(M_{екв})^4 + 3 \cdot 10^{-06}(M_{екв})^3 - 2,7 \cdot 10^{-3}(M_{екв})^2 + 1,492M_{екв} - 15,9$$

Дана формула має  $R^2 = 0,9955$ . Тобто є залежність й від довжини кластеру, й від молярної маси. Але за одної довжини кластеру буває різна молярна маса, тому необхідно врахувати обидва параметри ( $R = 0,997$  та середнє відхилення 4,2 К):

$$T_{пл} = 110(0,5n_{с\ экв})^{0,35} - (0,5n_{с\ экв})^{1,2} - 360/n_{с\ экв} + 60M^{0,2} - 158, \text{ К}. \quad (3)$$

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Tregubov D., Tarakhno O., Sokolov D., Trehubova F. The identification of hydrocarbons cluster structure by melting point. *PES*. 2021. № 34. С. 94–109.
2. Boese R., Weiss H.-Ch., Bläser D. The Melting Point Alternation in the Short-Chain n-Alkanes: Single-Crystal X-Ray Analyses of Propane at 30 K and of n-Butane to n-Nonane at 90 K. *Angewandte chemie*. V. 38. I.7. 1999. P. 988–992.
3. Atume E. T. Absolute Prediction of the Melting and Freezing Points of Saturated Hydrocarbons Using Their Molar Masses and Atume's Series. *Advanced Journal of Chemistry-Section A*. 2020. 3(2). P. 122–130.
4. Li H., Higashi H., Tamura K. Estimation of boiling and melting points of light, heavy and complex hydrocarbons by means of a modified group vector space method. *Fluid Phase Equilibria*. V. 239. I. 2. 2006. P. 213–222.
5. Thalladi V.R. and Boese R. Why is the melting point of propane the lowest among n-alkanes? *New J. Chem.*. 2000. 24. P. 579–581.
6. Doroshenko I.Yu. Spectroscopic study of cluster structure of n-hexanol trapped in an argon matrix. *Low Temperature Physics*. 2017. V.3. № 6. P. 919–926.