

Н.М. Годованец, Б.М. Мыхаличко, д.х.н., проф., О.Н. Щербына к.фарм.н., доц.

КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИЙ И ТЕРМОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗЫ ГОРЮЧИХ СВОЙСТВ АНИОННОГО КОМПЛЕКСА $(\text{H}_2\text{NC}_4\text{H}_8\text{NH}_2)[\text{CuCl}_3]$

Основываясь на квантово-химических расчетах распределения зарядов на атомах и энергий химических связей осуществлен термохимический анализ способности анионного комплекса $(\text{H}_2\text{NC}_4\text{H}_8\text{NH}_2)[\text{CuCl}_3]$ к горению в сравнении со свободными молекулами пиперазина в газообразном состоянии

Ключевые слова: Ингибиторы горения органических аминов, соли меди, квантовая химия, термохимические расчеты

N.M. Godovanets, B.M. Mykhalichko, Doctor of Science (Chemistry), Professor, O.M. Shcherbyna, Candidate of Science (Pharmacy), Docent

QUANTUM-CHEMICAL AND THERMOCHEMICAL ANALYSIS OF THE BURN PROPERTIES OF $(\text{H}_2\text{NC}_4\text{H}_8\text{NH}_2)[\text{CuCl}_3]$ ANIONIC COMPLEX

The article deals with the thermochemical analysis of the $(\text{H}_2\text{NC}_4\text{H}_8\text{NH}_2)[\text{CuCl}_3]$ anionic complex' capacity to burn basing on a quantum-chemical calculation of atomic charge distribution and an energy of chemical bonds with free molecules of a piperazine in a gaseous state.

Key words: inhibitors of organic amines burning, copper salt, quantum chemistry, thermochemical calculation.

УДК 614.842.86

Б.В. Болібрux к.т.н., В.В. Кошеленко к.т.н., Б.В. Штайн (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ У БАГАТОШАРОВОМУ ПАКЕТІ ТЕПЛОЗАХИСНОГО ОДЯГУ ПОЖЕЖНИКІВ

Дана стаття присвячена дослідженню розповсюдження елементів належної математичної моделі захисного одягу і аналізу взаємозв'язків між товщиною пакетів спеціального матеріалу δ к і фізичними описами теплових процесів в ній.

Ключові слова: захисний одяг пожежника, термодеструкція, теплообмін, ризик.

Постановка проблеми. Під час гасіння пожеж та проведення пожежно-рятувальних робіт, пожежники зазнають дію небезпечних та шкідливих факторів (підвищена температура, теплове випромінювання, полум'я, вода та поверхнево активні речовини тощо), тому забезпечення безпеки їх праці має важливе значення в діяльності пожежно-рятувальної служби (ПРС).

Для запобігання травмування та шкоди здоров'ю особового складу підрозділів ПРС під час ліквідації наслідків надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру застосовуються засоби індивідуального захисту. Одним з основних таких засобів є захисний одяг пожежника (ЗОП).

Аналіз останніх досліджень. Враховуючи специфіку умов експлуатації під час ліквідації пожеж, до ЗОП висувають жорсткі вимоги. Ці вимоги умовно стосуються конструктивного виконання та матеріалів, з якого цей одяг виготовлено [1].

Ефективність захисних властивостей та надійність теплозахисного одягу оцінюється його якістю та технічним рівнем, які повинні визначатись як та стадії розробки, так і під час експлуатації.

В науковій роботі, ми будемо досліджувати теплофізичні показники захисна дія яких полягає в:

- захисті від дії теплових впливів (теплове випромінювання, підвищена температура);
- захисті від дії відкритого полум'я;
- захисті від контакту з твердими гарячими поверхнями.

Постановка проблеми. ЗОП повинен бути стійким до дії теплового випромінювання. Рівень захисту ЗОП повинен враховувати значення густини теплового потоку, які залежно від часу його дії та типу знаходяться в діапазоні від 1 кВт/м^2 до 40 кВт/м^2 .

Аналіз закордонних методів дослідження теплозахисних властивостей захисного одягу пожежника, засвідчує що їх основним недоліком є визначення впливу високотемпературних факторів лише за одним показником. Отже методи випробування не наближені до реальних умов праці пожежника при гасінні пожеж, оскільки на теплозахисний одяг пожежника діють одночасно декілька небезпечних факторів пожежі.

В зв'язку з відсутністю в Україні випробувальної бази, яка повністю відповідала б вимогам EN 1486:1996, виникає потреба розробки сучасного методу випробувань для визначення термостійких показників з достатньою точністю, достовірністю та відтворюваністю результатів, а для цього необхідно враховувати фізіологічні показники людини.

У цьому випадку ми можемо розглянути, в загальному вигляді, основні системи організму, які забезпечують його нормальну життєдіяльність залежно від зовнішнього агресивного середовища. Наведена нижче схема (рис. 1) демонструє різні аспекти цієї взаємодії. На схемі відображена тільки частина зв'язків для ілюстрації їх важливості. Насправді, в організмі можна знайти особливі взаємозв'язки між будь-якими органами. Наприклад, існують області на шкірі, пов'язані нервами з різними ділянками органів чуття. Ми розглядатимемо тільки ті взаємозв'язки, які мають важливе значення для розуміння головних принципів і механізмів забезпечення життєдіяльності організму в екстремальних умовах.

Передача основних інформаційних і фізичних дій від зовнішнього агресивного середовища (теплові прояви пожежі) до організму і від організму до середовища зображена на рис. 1.

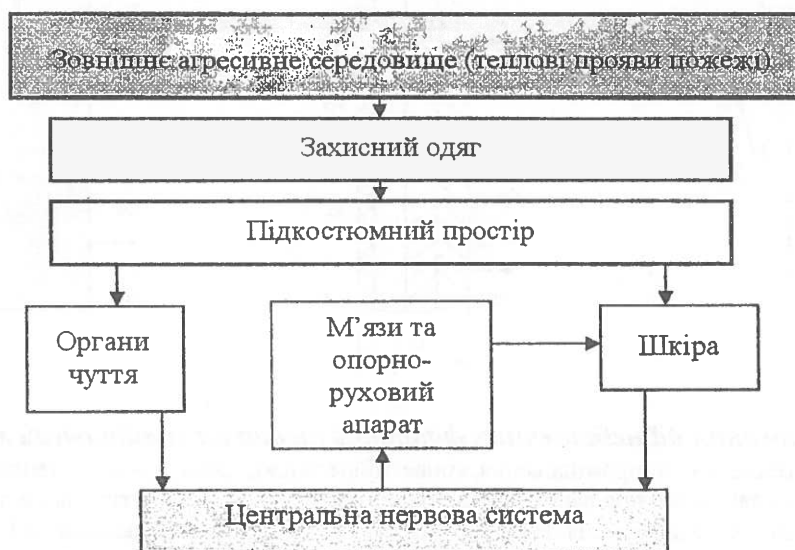


Рис. 1. Важливі системи організму, що залежать від часових параметрів передачі сигналів і процесу адаптації

На рис. 1 виділені канали обміну з навколишнім середовищем енергією, речовинами, інформацією, що мають істотне значення для поведінки в певних умовах праці. Особливо відзначимо важливість таких каналів взаємодії з навколишнім агресивним середовищем при гасінні пожеж, як шкіра, м'язи і опорно-руховий апарат та органи чуття.

Аналізуючи умови праці працівника пожежно-рятувальної служби, слід зауважити, що важливу роль в життєдіяльності організму людини є шкіра. Сигнали, які посилає шкіра, часто залишаються неусвідомленими, хоча вони грають помітну роль в забезпеченні нормальних, а іноді і ненормальних умов. Шкіра - це „межа” організму, вона перша піддається дії фізичних чинників агресивного середовища, реагує на температуру, вологість, рух повітря. У людини вона передає сигнали, створюючи дискомфорт і погіршення стану при незначних відхиленнях від оптимальної температури навколишнього середовища. Враховуючи вищевказане розглянемо агресивне середовище, захисний одяг пожежника та організм людини як одну систему розділену на відповідні зони.

Матеріали дослідження. Розглянемо полімерний композитний матеріал теплозахисного одягу пожежників як багатошарову композицію з такими складовими частинами:

а) поверхневий шар між одягом і зовнішнім середовищем, в якому можуть проходити процеси термодеструкції внаслідок дії ІЧ-випромінювання та конвективної теплопровідності;

б) чотиришаровий пакет теплозахисного одягу товщиною δ ($\delta = \sum_{k=1}^4 \delta_k, k=1,2,3,4$);

в) перехідний шар між одягом і внутрішнім середовищем, тобто між одягом і власне пожежником.

В захисному матеріалі можуть проходити багатостадійні окислювальні екзотермічні фізико-хімічні процеси термомасопереносу й подальші перетворення початкових речовин та матеріалів у продукти згорання. Схематично цей процес зображений на рис. 2.

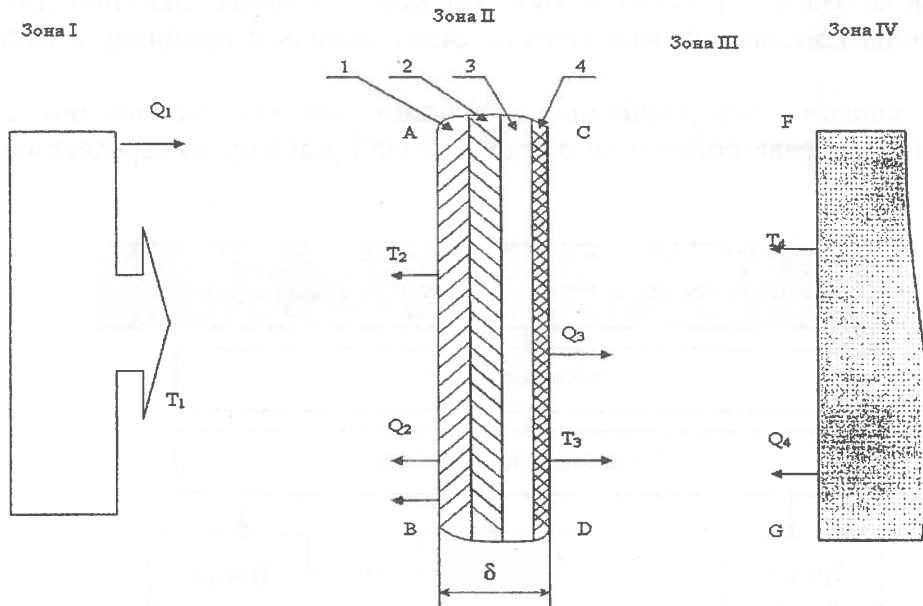


Рис. 2. Схеми моделювання дії небезпечних факторів тепла на спеціальний матеріал ЗОП:

Зона I – моделювання тепла (ІЧ - випромінювання, конвекційне тепло); Зона II – пакет теплозахисного одягу товщиною δ ; Зона III – повітряний прошарок підодягового простору; Зона IV – тіло людини; А-В зовнішня поверхня пакету спецодягу; С-Д внутрішня поверхня пакету; F-G поверхня тіла людини; В-Д товщина пакету;

Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 – щільність теплового потоку з поверхні теплового блоку, з зовнішньої поверхні пакету, з внутрішньої поверхні пакету, з поверхні тіла, Вт/м²; T_1, T_2, T_3, T_4 – температура поверхні теплового блоку, зовнішньої поверхні пакету, внутрішньої поверхні пакету, поверхні тіла)

Функція ризику визначається як лінійне перетворення елементів функціонала оцінювання $F = (f_{kj}; k = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n)$ до відносних одиниць вимірювання.

Функцію ризику використано для прогнозування змін захисного рівня одягу пожежника.

Висновок. Введено поняття критерію прийняття оптимального рішення щодо якісного одягу пожежника. Для цього використовуємо співвідношення (5) і умову $R_q \Rightarrow \max$. Розроблено методіку оцінки ступеня ризику і відповідного прогнозу змін якості за фізичними та хімічними характеристикам шарів композиційного матеріалу, з якого складається одяг пожежника. Побудовано функцію ризику і розроблено раціональну систему оптимізаційної процедури на основі функціоналу якості матеріалів, яка передбачає узгоджену програму робіт щодо покращення захисних властивостей одягу пожежника.

На основі співвідношень (1)–(5) запропоновано одновимірний варіант (по осі x) математичної моделі теплових процесів для теплозахисного одягу пожежників при високих температурах. Проведено теоретичний аналіз теплових режимів, що характеризують основні стадії процесу горіння у зовнішньому середовищі.

Розроблено методіку обчислювального експерименту для аналізу параметрів теплових процесів запропонованої математичної моделі. Встановлено числові закономірності зміни нелінійних взаємозалежностей між товщиною шарів матеріалу спецодягу δ_k , інтенсивністю теплових потоків в матеріалах захисного одягу q_k , а також температурою внутрішнього газового середовища T_G , в якому перебуває пожежник при підвищеній температурі зовнішнього середовища.

Наведені у даній праці елементи модельних уявлень дозволяють аналізувати складний процес прогорання композиційних матеріалів спецодягу пожежників (паketу) в умовах високих температур і контакту з розжареними елементами конструкцій та теоретично прогнозувати й обґрунтовувати вибір основних методик підвищення довговічності даного виду спецодягу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Пожежна техніка. Одяг пожежника захисний. Загальні технічні вимоги та методи випробовування: ДСТУ 4366-2006.
2. Одяг захисний від дії тепла і полум'я. Метод оцінювання реакції матеріалів на дію теплового випромінювання: ДСТУ 4125-2002.
3. Одяг захисний. Загальні вимоги (ISO 13688: 1998, IDT): ДСТУ ISO 1368-2001.
4. Одяг захисний тепло- та вогнетривкий. Оцінювання теплопровідності матеріалів, що зазнають дії джерела теплового випромінювання (ISO 6942:1993, IDT): ДСТУ ISO 6942-2001.
5. Одяг захисний. Захист від високої температури та полум'я. Метод випробовування та обмеженість поширення полум'я (EN 532: 1994, IDT): ДСТУ EN 532:2001.
6. Одяг спеціальний захисний. Загальні вимоги (EN 340: 1993, IDT): ДСТУ EN 340:2001
7. Костюм спеціальний тепловідбивний „Індекс-1”. Технічні умови: ТУ У 18.2-20153970.001-2002.
8. Костюм спеціальний термозахисний „Індекс-1200”. Технічні умови: ТУ У 18.2-20153970.002-2002.
9. Комплект специальной теплозащитной одежды пожарных „ТК-800-40-Т”: ТУ 8570-008-46840277-00
10. Матеріали та вироби текстильні, трикотажні, швейні та шкіряні: ДСТУ 3998-2000.
11. Терміни та визначення. - Введено вперше; Введ. 07.01.01. – К.: УкрНДІССТІ, 2001. – 90 с.
12. Лыков Л. В. Тепломассообмен: Справочник. – М.: Энергия, 1972. – 560 с.
13. Чумаков Е. П. Оптимальные и адаптивные системы. – М.: Энергоатомиздат, 1987.– 256 с.
14. Хохлов Н. В. Управление риском. – М. : ЮНИТИ, 2001. – 239 с.

Б.В. Болебрух, к.т.н., В.В. Кошеленко, к.т.н., Б.В. Штайн

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ У МНОГОСЛОЙНОЙ ПАКЕТЕ ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ ПОЖАРНИКОВ

Дана статья, посвященная исследованию распространения элементов надлежащей математической модели защитной одежды и анализа взаимосвязей между толщиной пакетов специального материала δ_k и физическими описаниями тепловых процессов в нем.

Ключевые слова: защитная одежда пожарника, термодеструкция, теплообмен, риск.

B.V. Bolibrukh, Candidate of Science (Engineering), V.V. Koshelenko, B.V. Shtayn

A MODELING OF THERMAL PROCESSES IN MULTIPLE-LAYERS OF FIRE-FIGHTERS' PROTECTIVE CLOTHES

The article deals with the development of elements spreading of the proper mathematical model of protective clothes and analysis of interactions between the thickness of material and physical descriptions of thermal processes.

Key words: fire-fighter' protective clothes, thermodestruction, heat exchange, risk.

УДК 630.43

А.Д. Кузик, к.ф.-м.наук, доцент, О.М. Трусевич, к.ф.-м.наук, доцент, О.О. Карабин, к.ф.-м.н., доцент (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

АНАЛІЗ ЗОН ПОКРИТТЯ ГІДРАНТАМИ ТЕРИТОРІЇ МІСТА (НА ПРИКЛАДІ НОВОЯВОРИВСЬКА)

Розглядається розбиття території міста на зони та їх покриття гідрантами шляхом побудови діаграми Вороного на основі триангуляції Делоне

Ключові слова: діаграма Вороного, триангуляція Делоне, граф Делоне

Будь-яка надзвичайна ситуація є небезпечною як для людей, так і для різноманітних об'єктів і навколишнього середовища. Тому попередити надзвичайні ситуації, мінімізувати та ліквідувати їх наслідки – це основне завдання для рятувальників МНС.

Особливої уваги заслуговує найпоширеніша надзвичайна ситуація – пожежа. Для її локалізації та ліквідації найчастіше застосовується вода, тому питання забезпечення водою на пожежі є важливим. Відомо, що пожежна автоцистерна може гасити пожежу лише до 10 хвилин, бо кількість води в ній обмежена. Тому, якщо є можливість, то рятувальники використовують джерело зовнішнього водопостачання. До таких джерел відносять пожежний гідрант, пожежну водойму чи інше альтернативне вододжерело, яке можна використати для забору води пожежними автомобілями. Ситуація ускладнюється, якщо поблизу пожежі або несправний гідрант, або немає доступу до нього (над ним стоїть автотранспорт, різного виду малі архітектурні форми, тощо).

Важливість наявності поблизу об'єкта гідранта, зручний до нього доступ та можливість скористатися ним є очевидною. Виникають питання, чи достатня кількість гідрантів в населеному пункті, щоб забезпечити безперебійне водопостачання, чи оптимально вони