

ЗБІРКА МАТЕРІАЛІВ

**ПРОБЛЕМИ ТЕХНОГЕННОЇ ТА ПРИРОДНОЇ БЕЗПЕКИ: МІЖНАРОДНЕ
ПАРТНЕРСТВО У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

Науково-практична Інтернет-конференція

**4-29 листопада 2013 р.
м. Харків**



**2013 р.
НДЛУуКС
www.nuczu-conference.com**

ЗМІСТ

| | |
|--|-----|
| Привітальне слово від ректора НУЦЗУ..... | 7 |
| Основные направления исследований научно-исследовательской лаборатории управления в кризисных ситуациях национального университета гражданской защиты Украины..... | 9 |
| Теоретические предпосылки применения гелеобразующих систем при ликвидации чрезвычайных ситуаций со взрывами, в условиях недостатка воды..... | 14 |
| Індивідуально-психологічні характеристики курсантів в процесі професійної адаптації до умов навчання у вищому навчальному закладі ДСНС України..... | 18 |
| Доклад «О нормировании, контроле и прогнозировании сроков службы огнезащитных полимерных покрытий для строительных конструкций»..... | 21 |
| Загальні положення Кодексу цивільного захисту України..... | 28 |
| Психологічна підготовка населення до дій у надзвичайних ситуаціях..... | 34 |
| Локализация и ликвидация пожаров нефтепродуктов..... | 36 |
| Обоснование двухуровневой структуры проведения разведки пожара..... | 45 |
| Оценка стабильности функционирования природно-техногенно-социальной системы в условиях возникновения чрезвычайных ситуаций..... | 48 |
| Математическое и компьютерное моделирование противопожарной защиты объектов народного хозяйства..... | 59 |
| Организация связи, обеспечение безопасности и аутентичности передачи информации в условиях ЧС..... | 73 |
| Експериментальні дослідження локалізації низових лесних пожег об'ємними шланговими зарядами..... | 77 |
| Тушения ландшафтных пожаров путём искусственной конденсации водосодержащих атмосферных аэрозолей..... | 83 |
| Повышение надежности и безопасности для проведения пожарно-спасательных работ на высотах..... | 105 |
| Определение основных направлений, обеспечивающих сокращение времени проведения аварийно-спасательных работ, на основе результатов имитационного моделирования..... | 110 |
| Аналіз існуючої методологічної бази з оцінки небезпеки потенційно-небезпечних об'єктів..... | 119 |
| Регламентування температури робочої поверхні, що контактує з вибухонебезпечною пароповітряною хмарою ефірів..... | 133 |
| Програмний комплекс прогнозування поширення природної пожежі та пошуку оптимальних параметрів процесу її ліквідації..... | 140 |
| Оценка качества смазочных материалов, как залог безотказной работы спасательной техники..... | 151 |
| Повышение надежности пожарной и аварийно – спасательной техники применением нетрадиционных уплотнительных устройств..... | 155 |
| Понятие эмоциональной устойчивости, готовности к экстремальным ситуациям и дисциплинированность..... | 158 |

Трегубов Д.Г., к.т.н., доцент кафедри СХХТ, НУЦЗУ, cxxttregubov1970@nuczu.edu.ua
Тарахно О.В., к.т.н., начальник кафедри СХХТ, НУЦЗУ, (+38057)370-32-93
Національний університет цивільного захисту України

РЕГЛАМЕНТУВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ, ЩО КОНТАКТУЄ З ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНОЮ ПАРОВОПІТРЯНОЮ ХМАРОЮ ЕФІРІВ

The influence of the structural features of the molecule esters on their auto-ignition temperature (t_{ai}) is examined. According to the analysis of the array t_{ai} esters and directions redistribution of electron density in the molecule they developed a universal method for calculating t_{ai} . Presented correlation coefficients based on t_{ai} esters standard and on the proposed methods.

Рассмотрено влияние особенностей строения молекулы сложных эфиров на температуру их самовоспламенения (t_{cv}). По результатам анализа массива t_{cv} эфиров и направлений перераспределения электронной плотности в их молекуле разработана универсальная методика расчета t_{cv} . Представлены коэффициенты корреляции расчета t_{cv} эфиров по стандартной и предложенной методикам.

Розглянуто вплив особливостей будови молекули складних ефірів на температуру їх самоспалахування (t_{cc}). За результатами аналізу масиву t_{cc} ефірів та напрямків перерозподілу електронної щільності в їх молекулі розроблена універсальна методика розрахунку t_{cc} . Представлені коефіцієнти кореляції розрахунку t_{cc} ефірів за стандартною та запропонованою методиками.

Постановка проблеми. Для повітряних горючих сумішей існує температура самоспалахування, за якої відбувається їх самовільний спалах. Ця температура є вихідною при розрахунку максимальної безпечної температури робочої поверхні. Тому використання горючих рідин, газів та пилу створює небезпеку вибуху. Температура самоспалахування є одним з найбільш важливих показників пожежовибухонебезпеки сумішей горючих речовин з повітрям. Однак для її розрахунку не існує простої комплексної методики.

Докладне дослідження по розрахунковому визначенню параметрів пожежної небезпеки, в тому числі і t_{cc} складних ефірів, проведено О.Я. Корольченко [1]. Використовують методи розрахунку за залежністю t_{cc} від середньої довжини алкільного ланцюга органічної речовини $l_{сер}$ [2]:

апроксимація залежності $t_{cc}(l_{сер})$ двома кривими;
визначення t_{cc} за таблицями для різних гомологічних класів вуглеводнів;
розрахунок t_{cc} за довжиною карбонового ланцюга алкан-радикала молекули:

$$t_{cc} = a \cdot t_{cc \text{ алк}} + b, \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (1)$$

Для розрахунку t_{cc} газів і парів органічних сполук використовують формули В.Т. Монахова [3] за середньою довжиною ланцюга молекули $l_{сер}$:

$$t_{cc} = 300 + 116\sqrt{5 - l_{сер}} \quad \text{за } l_{сер} < 5, \quad (2)$$

$$t_{cc} = 300 - 38\sqrt{l_{сер} - 5} \quad \text{за } l_{сер} > 5. \quad (3)$$

ефектів перерозподілу електронної щільності в молекулі. У таблиці 1 наведено порівняння такого розрахунку з довідниковими даними [5, 6]. Враховуємо групу –COO– при розрахунку середньої довжини молекули для формул (2) або (3) за принципом (5д). Тоді група –COO– є і проміжною, і кінцевою з довжиною «1».

Таблиця 1. Довідникові та розраховані температури самоспалахування кетонів

| Речовина | Хімічна формула | За довідником, °С | За формулами | | | |
|---|-----------------|-------------------|--------------|----------|-------|-----------|
| | | | 1 | 2, 3, 5д | 6, 7 | 2, 3 та 8 |
| ефіри нормальної будови | | | | | | |
| метилформіат | C2H4O | 456 | 496 | 501 | 456 | 501 |
| метилпропіонат | C4H8O | 455 | 476 | 464 | 456 | 501 |
| етилбутират | C6H12O | 440 | 485 | 395 | 421 | 464 |
| пропилвалеріат | C8H16O | 370 | 443 | 279 | 401 | 416 |
| гептилацетат | C9H18O | 230 | 228 | 254 | 245 | 262 |
| децилацетат | C12H24O | 215 | 217 | 231 | 224 | 240 |
| октилвалеріат | C13H26O | 235 | 228 | 224 | 235 | 253 |
| коефіцієнт кореляції з даними довідника [5] | | | 0,951 | 0,906 | 0,993 | 0,991 |
| ефіри ізомерної будови | | | | | | |
| ізопропілформіат | C4H8O | 440 | 444 | 464 | 415 | 453 |
| ізопропілпропіонат | C6H12O | 430 | 428 | 434 | 415 | 453 |
| ізоамілформіат | C6H12O | 320 | 416 | 395 | 327 | 358 |
| 2-етилбутилацетат | C8H16O | 285 | 362 | 300 | 274 | 281 |
| ізоамілізобутират | C9H18O | 390 | 412 | 300 | 397 | 400 |
| ізоамілізовалеріат | C10H20O | 310 | 412 | 289 | 327 | 358 |
| коефіцієнт кореляції з даними довідника [6] | | | 0,85 | 0,78 | 0,966 | 0,958 |
| коефіцієнт кореляції для всіх ефірів | | | 0,9 | 0,879 | 0,979 | 0,977 |

Для деяких сполук отримано велику похибку розрахунку, так, для ефірів ізомерної будови коефіцієнт кореляції склав 0,78. Це пояснюється тим, що для перших представників різних гомологічних рядів формули 2 та 3 дають значну похибку; та тим, що стандартна методика розрахунку середньої довжини молекули ефіру ізомерної будови має суттєві недоліки.

Таблиця 2 показує, що залежність t_{cc} від кількості карбону у молекулі є не типовою (навіть для нормальних складних ефірів).

Таблиця 2 – Температури самоспалахування складних н-ефірів*, °С [5]

| Кількість атомів карбону | у ланцюгу кислотного залишку | | | | | | | | | |
|------------------------------|------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10(14) | |
| у ланцюгу спиртового залишку | 1 | 456 | 470 | 455 | 455 | 420 | 255 | 245 | - | (225) |
| | 2 | 440 | 455 | 445 | 440 | 395 | 255 | 250 | 235 | 220 |
| | 3 | 435 | 435 | 430 | 420 | 370 | - | - | - | - |
| | 4 | 285 | 330 | 385 | 350 | - | 240 | - | 230 | - |
| | 5 | 265 | 290 | 300 | 290 | - | - | - | - | - |
| | 6 | 250 | 255 | 260 | 255 | - | - | - | - | - |
| | 7 | 250 | 230 | 240 | 240 | - | - | - | - | - |
| | 8 | 240 | 220 | 230 | 230 | 235 | - | - | - | - |
| | 9 | 230 | 218 | 224 | - | - | - | - | - | - |

* - жирним шрифтом відмічені аномально низькі значення t_{cc} .

** - виділені чарунки таблиці для довжин карбонового ланцюга молекули складних ефірів за яких спостерігається стабілізація t_{cc} .

За результатами аналізу даних таблиці 2 можна побачити аномально низькі значення t_{cc} для форміатів до гексилформіату включно та для ацетатів починаючи з бутилацетату. Водночас для пропіонатів та бутиратів починаючи з бутилпропіонату та бутилацетату спостерігається завищена t_{cc} .

Як і кетони, складні ефіри мають зв'язок C=O, який знаходиться посередині карбонового ланцюга, тому мезомерний ефект перерозподілу електронної щільності у молекулі розповсюджується у обидва боки. Тобто молекула отримує підвищену здатність до опору температурному впливу. З цього раніше [7] був зроблений висновок, що молекула кетону має еквівалентну довжину в два рази менше кількості атомів карбону. Це можна взяти як базовий принцип підходу для розрахунку t_{cc} складних ефірів, але аналіз t_{cc} різних гомологічних рядів складних ефірів показує, що необхідно врахувати особливості їх будови. Розповсюдження мезомерного ефекту в обидва боки призводить до того, що при впливі температури молекула поводить себе як така, еквівалентна довжина якої в два рази коротша ніж кількість атомів карбону у молекулі.

Для кетонів t_{cc} різко знижується після десяти атомів карбону у молекулі і слабо залежить від її ізомерної або циклічної будови.

Для форміатів (один атом карбону у ланцюзі кислотного залишку складного ефіру) як для першого члена гомологічного ряду спостерігається аномальне заниження t_{cc} . Стосовно головної відмінності форміатів від інших складних ефірів необхідно зауважити, що зв'язок C=O знаходиться наприкінці молекули. Так само альдегіди відрізняються від кетонів. Що і проявляється у зниженні t_{cc} . Для форміатів ефект меншої кількості атомів карбону у молекулі починає перемагати лише після зростання кількості атомів карбону у спиртовому залишку до шести.

Тому була проведена спроба апроксимувати залежність t_{cc} ефірів від еквівалентної довжини молекули, як і для кетонів, наступними формулами:

$$l_e \leq 5 \quad t_{cc} = 200 + 100 \cdot e^{\sqrt{\frac{2,2}{l_{екв}}}}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (6)$$

$$l_e \geq 5 \quad t_{cc} = 200 + \frac{100}{(2 \cdot l_{екв} - 9)^2} \cdot e^{\sqrt{\frac{2,2}{l_{екв}}}}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (7)$$

де l_e – еквівалентна довжина молекули складного ефіру, яку розраховують, як половинну середню довжину карбонового ланцюга молекули:

$$l_e = l_{ср}/2. \quad (8a)$$

Середню довжину молекули складного ефіру розраховують за кількістю атомів карбону та кисню у безперервному ланцюзі атомів між кінцевими групами з врахуванням еквівалентних довжин форміатної (за наявності) та -O- груп. Ці оксигенвмістні групи, на відміну від стандартної методики, не враховують як кінцеві.

Для форміатів прийнято еквівалентну довжину групи C=O як «3».

Для метилових, етилових, пропілових та для ефірів з більшою кількістю атомів карбону у кислотному залишку за «3» еквівалентну довжину групи -O- прийнято «1». Для ефірів з еквівалентною довжиною спиртового залишку більшою за «3,5», але з кислотним залишком меншим за «4» еквівалентну довжину групи -O- прийнято за гомологічними рядами : форміати та ацетати – «4», пропіонати – «3», ізомерна будова – «2».

Якщо молекула має ізомерну будову, її середню довжину визначають за стандартною методикою (з зауваженням, що проміжні оксигенвмістні групи не враховують як кінцеві) [7], але її необхідно перерахувати на еквівалентну довжину з коефіцієнтом «1,5»:

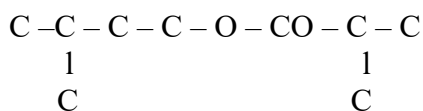
$$l_{\text{сер}} = 1,5 \cdot l_{\text{сер}} / 2 = 0,75 \cdot l_{\text{сер}}. \quad (86)$$

Для ефірів нормальної будови отримано коефіцієнт кореляції 0,993, для ізомерної будови – 0,966, а також отримано найменше стандартне відхилення ніж за іншими формулами.

За такої методики визначення довжини молекули були проведені також розрахунки формул (2) і (3). При цьому отримано коефіцієнт кореляції 0,991 для ефірів нормальної будови і 0,979 для ефірів ізомерної будови.

Приклади розрахунку t_{cc} складного ефіру ізомерної будови (ізоаміл-ізобутират $\text{C}_9\text{H}_{18}\text{O}$, $t_{\text{cc}} = 390 \text{ }^\circ\text{C}$) за різними методиками:

за стандартною методикою; карбонова будова молекули:



Кількість кінцевих груп (виділено) та умовних ланцюгів у молекулі, формула (3): $M = 5$; $N = 10$.

Еквівалентна довжина групи $-\text{COO}-$, принцип (5д): $l_{\text{сер}} = 1$.

Середня довжина карбонового ланцюга молекули:

$$l_{\text{сер}} = (3 + 5 + 7 + 7 + 5 + 7 + 7 + 3 + 3 + 3) / 10 = 5,0; \text{ за формулою (2) } t_{\text{cc}} = 300 \text{ }^\circ\text{C}.$$

2) за запропованою методикою. Кислотний залишок має більш ніж «3» атоми карбону, тому еквівалентну довжину групи $-\text{O}-$ прийнято «1». Кількість кінцевих груп (без $-\text{O}-\text{CO}-$) та умовних ланцюгів у молекулі, формула (4): $M = 4$; $N = 6$.

Середня довжина карбонового ланцюга молекули:

$$l_{\text{сер}} = (3 + 8 + 8 + 8 + 8 + 3) / 6 = 6,33.$$

Еквівалентна довжина карбонового ланцюга ізомерної молекули:

$$l_e = 1,5 l_{\text{сер}} / 2 = 1,5 \cdot 6,33 / 2 = 4,75; \text{ за формулою (6): } t_{\text{cc}} = 397 \text{ }^\circ\text{C}.$$

3) за формулою (2), але з використанням запропованої схеми розрахунку еквівалентної довжини молекули: $l_e = 4,75$; $t_{\text{cc}} = 358 \text{ }^\circ\text{C}$.

Висновок. 1. Пропонується метод розрахунку t_{cc} для складних ефірів різної будови, більш точний, ніж стандартний. Отримано коефіцієнт кореляції розрахунку t_{cc} 0,979 замість 0,879.

2. Для стандартної методики розрахунку t_{cc} кетонів різної будови запропоновано нову схему визначення еквівалентної довжини молекули, що підвищує коефіцієнт кореляції розрахунку t_{cc} з 0,879 до 0,977.

Цитована література

Корольченко А.Я. Расчет пожаровзрывоопасности веществ и материалов. II Расчет основных показателей пожаровзрывоопасности // Пожаровзрывоопасность. № 1. 2003. с. 24 - 39.

Пожарная безопасность. Взрывобезопасность. Справ. изд. / А.Н. Баратов и др. – М.: Химия. - 1987. – 272 с.

Монахов В.Т. Методы исследования пожарной опасности веществ. М.: Химия, 1979. – 424 с.

Трегубов Д.Г. Розрахунок температури самоспалахування складних ефірів / Трегубов Д.Г., Тарахно Е.В. // Проблемы пожарной безопасности. - Харьков: АГЗУ. - Вып. 19. - 2006. – С. 161-165.

Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник в 2-х книгах / [Баратов А.Н., Корольченко А.Я., Кравчук Г.Н и др.]; под ред. Баратова А.Н. - М.: Химия, - 1990. - 272 с.

Расчет основных показателей пожаровзрывоопасности веществ и материалов / [Шебеко Ю.Н., Невцеля В.Ю., Копылов С.Н. и др.] - М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, - 2002. – 80 с.

Трегубов Д.Г. Визначення температури самоспалахування кетонів різної будови / Трегубов Д.Г., Тарахно О.В. // Проблемы пожарной безопасности. - Харьков: НУГЗУ. - Вып. 32. - 2012. – С. 168-174.

д.т.н. Тарасенко О.А.,

Національний університет цивільного захисту України

ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ПРОГНОЗУВАННЯ ПОШИРЕННЯ ПРИРОДНОЇ ПОЖЕЖІ ТА ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ЇЇ ЛІКВІДАЦІЇ

Purpose of software is to:

- obtaining GIS (geographic information system) describe pyro factors in the area of fire (terrain, the spatial distribution of thermal properties of the objects of the landscape, the surface wind field);
- constructing forecasts for fire, its metric and energy performance in real landscape and weather conditions;
- determining the optimal order of input capabilities extinguishing a fire in a cell in order to minimize the total loss.

Назначение программного комплекса заключается в:

- получении ГИС (геоинформационная система) описания пирологических факторов в зоне пожара (рельефа местности, пространственного распределения теплофизических свойств объектов ландшафта, а также приземного поля ветра);
- построении прогноза динамики пожара, его метрических и энергетических характеристик в реальных ландшафтно-метеорологических условиях;
- определении оптимального порядка введения сил и средств пожаротушения в очаг пожара с целью минимизации совокупного ущерба.

Призначення програмного комплексу полягає в:

- отриманні ГІС (геоінформаційна система) опису пірологічних чинників в зоні пожежі (рельєфу місцевості, просторового розподілу теплофізичних властивостей об'єктів ландшафту, приземного поля вітру);
- побудові прогнозу динаміки пожежі, її метричних і енергетичних характеристик в реальних ландшафтно-метеорологічних умовах;
- визначенні оптимального порядку введення сил і засобів пожежегасіння в осередок пожежі з метою мінімізації сукупного збитку.