

УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

ГРИГОРЕНКО ОЛЕКСАНДР МИКОЛАЙОВИЧ

УДК 614.8

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ
ДЕРЕВИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕПОКСИДНИХ КОМПОЗИЦІЙ
ЗІ ЗНИЖЕНИМ ДИМОУТВОРЕННЯМ**

21.06.02 – пожежна безпека

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2007

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Університеті цивільного захисту України, МНС України, м. Харків.

Науковий керівник – доктор технічних наук, професор Яковлева Раїса Антонівна, Харківський державний університет будівництва та архітектури МОН України, завідувач кафедри загальної хімії.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор Беліков Анатолій Серафимович, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури МОН України, професор кафедри безпеки життєдіяльності;

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Альбоций Віктор Михайлович, Український науково-дослідного інституту пожежної безпеки МНС України, начальник науково-дослідного відділу №1.

Захист відбудеться «06» грудня 2007 р. о 14⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.707.01 в Університеті цивільного захисту України за адресою: вул. Чернишевського, 94, м. Харків, 61023.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Університету цивільного захисту України за адресою: вул. Чернишевського, 94, м. Харків, 61023.

Автореферат розісланий «___» _____ 2007 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

І.А. Чуб

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Деревина, як будівельний матеріал, знаходить широке застосування завдяки високим фізико-механічним та експлуатаційним властивостям. Однак суттєвим недоліком деревини є її горючість.

Протипожежний захист деревини здійснюється за допомогою застосування просочень на основі антипіренів, штукатурок, облицювань із негорючих листових або плиткових матеріалів, полімерних матеріалів, кожен з яких має свої переваги й недоліки. У результаті обробки засобами вогнезахисту деревини зменшується можливість її загорання, поширення полум'я. Завдяки такій обробці деревина переводиться у важкозаймистий стан, однак при цьому деякі засоби вогнезахисту підвищують димоутворюючу здатність продуктів горіння.

Питанням вогнезахисту деревини присвячені роботи Белікова А.С., Жартовського В.М., Кравченко В.І., Трушина В.А. та інших вчених.

Перспективним напрямком досліджень є здійснення протипожежного захисту деревини за допомогою епоксидних композицій, модифікованих мінеральними дисперсними наповнювачами, антипіренами та добавками, які зменшують димоутворення, а також визначення закономірностей, що дозволять регулювати горючість та димоутворюючу здатність, технологічні та експлуатаційні властивості епоксиполімерів.

На даний момент недостатньо вивчені залежності показників горючості та димоутворюючої здатності епоксиполімерів від природи добавок, що сповільнюють горіння та зменшують димовиділення, їхній вплив на технологічні й експлуатаційні властивості композицій. Тому дослідження зазначених питань є важливою науково-практичною задачею.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана в Університеті цивільного захисту України на кафедрі пожежної і техногенної безпеки об'єктів та технологій в 2004-2007р.р. на замовлення Департаменту пожежної безпеки МНС України та згідно постанови Кабінету Міністрів України від 01.07.2002р. №870, п. 1255 "Про затвердження "Програми забезпечення пожежної безпеки на період до 2010 року" у рамках науково-дослідних робіт з тем: «Розробка багатофункціональних композиційних полімерних матеріалів зі зниженим рівнем горючості» (№ ДР 0103U005662), «Розробка багатофункціональних композиційних полімерних матеріалів зі зниженим рівнем горючості та димоутворюючої здатності» (№ ДР 0107U003092).

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є розробка епоксидних композицій зниженої горючості та димоутворюючої здатності для підвищення ефективності протипожежного захисту деревини.

Для досягнення мети було поставлено такі завдання:

- дослідження впливу добавок, що знижують димоутворення, на процеси термічної і термоокиснювальної деструкції епоксиполімерів зниженої горючості;
- дослідження впливу мінеральних наповнювачів, антипіренів і добавок, що знижують димоутворення, на горючість і димоутворюючу здатність епоксиполімерів;
- визначення раціонального вмісту наповнювачів та добавок, що знижують димоутворення, в епоксиполімерах зі зниженими горючістю та димоутворюючою здатністю;
- дослідження зміни технологічних та експлуатаційних властивостей, структури епоксиполімерів від природи й вмісту наповнювачів і добавок;
- визначення пожежної небезпеки епоксиполімерів раціонального складу;
- підвищення ефективності протипожежного захисту деревини за допомогою епоксидних композицій зниженої горючості та димоутворюючої здатності.

Об'єкт дослідження – підвищення ефективності протипожежного захисту деревини за допомогою епоксиполімерів зі зниженим димоутворенням.

Предмет дослідження – епоксидні композиції зниженої горючості та димоутворюючої здатності.

Методи дослідження. Для досягнення мети та рішення поставлених задач були використані теоретичні й експериментальні стандартні методи досліджень. Підготовка й проведення досліджень здійснювалася на основі математичного планування експерименту, а вірогідність підтверджувалася їхньою статистичною обробкою з використанням комп'ютерного програмного забезпечення.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у наступному:

- Вперше встановлено, що утворення карбонізованого залишку при термодеструкції зростає зі зменшенням основності оксидів, а стійкість до термічного й термоокиснювального розкладання епоксиполімерів у присутності оксидів металів залежить від їхніх кислотно-основних властивостей і здатності до нейтралізації кислих продуктів розкладання.
- Дістало подальшого розвитку вивчення процесів деструкції в інертному середовищі та розкладання на повітрі епоксидних композицій, модифікованих оксидами металів перехідної валентності, і встановлено залежність зміни щільності диму від швидкості розкладання епоксидної композиції у наслідок термоокиснювальної деструкції під впливом високих температур, а також щільності диму від величини коксового залишку при термодеструкції.

- Вперше встановлено, що ефективність зниження димоутворюючої здатності й горючості епоксиполімерів у присутності оксидів металів зростає зі зменшенням основності оксидів. Одержані “самозгасаючі” (кисневий індекс 29 %) епоксидні композиції, наповнені активованою базальтовою лускою, амофосом, біоцидною добавкою на основі гуанідину та оксидом міді (II), що характеризуються зниженим на 25 % коефіцієнтом димоутворення у порівнянні з відомими фосфоратонаповненими епоксидними композиціями і при нанесенні на деревину забезпечують I групу вогнезахисної ефективності.

Практичне використання одержаних результатів. На підставі виконаних експериментально-теоретичних досліджень розроблені епоксидні композиції зниженої горючості та димоутворюючої здатності, що не містять галогенів, характеризуються високими адгезійно-міцнісними показниками. При нанесенні на деревину розроблені композиції забезпечують I групу вогнезахисної ефективності.

Результати досліджень впроваджені: у виробництво ТОВ «РОСТА» (м.Харків) для використання у будівництві, що дозволило забезпечити I групу вогнезахисної ефективності для деревини і знизити на 20 – 25 % коефіцієнт димоутворення у порівнянні з іншими відомими покриттями; у навчальному процесі Університету цивільного захисту України при викладанні дисципліни "Пожежна безпека промислових та сільськогосподарських виробництв". Розроблено технічні умови та технологічну інструкцію на виготовлення та застосування епоксидної композиції зі зниженим димоутворенням та горючістю (ЕКПДГ).

Особистий внесок. Основні результати роботи отримані автором самостійно. У роботах, опублікованих у співавторстві, авторові особисто належать: в [1] – аналіз шляхів зниження горючості та димоутворюючої здатності полімерних матеріалів; в [2] – проведення експериментальних досліджень та розрахунок основних характеристик процесу термоокиснення наповненого епоксиполімеру; в [3] – аналіз методів визначення димоутворюючої здатності матеріалів; в [4, 8, 13] – проведення експериментальних досліджень та встановлення математичної залежності зміни характеристик епоксиполімеру від вмісту наповнювачів; в [5] – аналіз процесу деструкції епоксиполімеру з добавками, що знижують димоутворення; в [7, 14] – побудова плану експерименту та проведення досліджень; в [12] – виготовлення експериментальної установки для визначення відносного показника димоутворення; в [9 – 11, 15] – аналіз шляхів зниження горючості та димоутворюючої здатності епоксиполімерів та теоретичне обґрунтування вибору наповнювачів та добавок.

Апробація результатів роботи. Результати дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на: Міжнародному семінарі з моделювання та оптимізації композитів – МОК'44 (Одеса, 2005), II Міжнародній науково-технічній конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Хімія та сучасні технології» (Дніпропетровськ, 2005), 4-й

Московській Міжнародній конференції «Теория и практика производства изделий из композиционных материалов и новых металлических сплавов» (ТПКММ) (Москва, 2005), III Міжнародній науково-технічній конференції «Живучесть корабля и безопасность на море» (Севастополь, 2005), III Міжнародній науково-практичній конференції «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация» (Мінськ, 2005), Міжнародній ювілейній конференції, присвяченій 75-річчю Київського національного університету технології та дизайну «Інноваційні технології – майбутнє України» (Київ, 2005), Міжнародній науково-практичній конференції «Розвиток наукових досліджень-2005» (Полтава, 2005), VII Всеукраїнській науково-практичній конференції рятувальників «Пожежна безпека та аварійно-рятувальна справа: стан, проблеми і перспективи» (Київ, 2005), XIX науково-практичній конференції «Пожарная безопасность многофункциональных и высотных зданий и сооружений» (Москва, 2005), I Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених з хімії та хімічної технології (Київ, 2006), науково-практичній конференції «Актуальні проблеми пожежної профілактики» (Харків, 2006), Міжнародній науково-практичній конференції «Природничі науки та їх застосування в діяльності служби цивільного захисту» (Черкаси, 2006), на щорічних науково-технічних конференціях УЦЗ України та ХДТУБА в 2004-2007 р.

Публікації. Основний зміст дисертаційної роботи викладено в 5 наукових статтях у виданнях, що входять до переліку ВАК України, і в 10 тезах доповідей на науково-технічних конференціях.

Структура й обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Повний обсяг дисертації становить 246 сторінок, містить 20 рисунків, 39 таблиць, бібліографію із 166 назв, 10 додатків, що мають обсяг 85 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі розглянуто основні методи вогнезахисту деревини, що використовуються у сучасному будівництві, проаналізовано їх переваги та недоліки. Встановлено, що найбільш ефективними є вогнезахисні покриття на полімерній основі, які вспучуються під дією високих температур. Такі покриття в нормальних умовах експлуатації мають відносно невелику товщину, що при пожежі значно зростає (у 50 – 70 разів). При цьому утворюється пористий карбонізований шар, який має подвійне значення. По-перше, він ізолює деревину від впливу температури, що призводить до зменшення інтенсивності її піролізу, а, по-друге, створює фізичний бар'єр, що перешкоджає виходу продуктів деструкції в газову фазу полум'я.

Аналіз показав, що, виходячи із сукупності технологічних, адгезійно-міцнісних та захисних властивостей, найбільш ефективно використовувати покриття на основі епоксидних олігомерів, так як вони схильні до реакцій циклізації, зшивання та утворення нелетких карбонізованих продуктів. Однак, розповсюдження вогнезахисних епоксиполімерних покриттів стримується їхньою високою димоутворюючою здатністю.

У результаті аналізу механізмів димоутворення при горінні й тлінні полімерних матеріалів було встановлено, що основним чинником димоутворення є структура полімеру, яка визначає характер та механізм термічного розкладання при горінні та шляхи перетворення продуктів термічної та термоокиснювальної деструкції. Встановлено, що димоутворююча здатність епоксидних полімерних матеріалів зменшується із зменшенням концентрації бензолу і його попередників в продуктах деструкції, а також залежить від величини коксового залишку.

На основі літературних джерел визначено методи зниження горючості та димоутворюючої здатності епоксидних полімерних матеріалів. Подано аналіз наукових публікацій з вирішення проблеми отримання епоксидних полімерних матеріалів зі зниженою горючістю та димоутворюючою здатністю. Проведено аналіз сучасних методів оцінки горючості та димоутворюючої здатності будівельних полімерних матеріалів.

Після поглибленого аналізу даних спеціальної літератури визначено задачі дисертаційної роботи.

У другому розділі обґрунтовано вибір матеріалів та методів досліджень; обґрунтовано необхідність отримання закономірностей спрямованого регулювання горючості наповнених епоксиполімерів при зміні кількості антипірену та наповнювача, а також горючості та димоутворюючої здатності в залежності від вмісту добавок, що знижують димоутворення. Для цього було проведено ряд експериментальних досліджень та подальша їх статистична обробка з використанням комп'ютерного програмного забезпечення. Спираючись на результати теоретичних та експериментальних досліджень, розроблено епоксидну композицію з раціональним вмістом антипірену, наповнювача і добавки, що знижує димоутворення.

Враховуючи практичну спрямованість роботи, для створення композиційних матеріалів були вибрані матеріали, що випускає промисловість України. Як зв'язуюче використовували епоксидні композиції на основі епоксидіанового олігомеру марки ЕД-20, затвердженого аміним отверджувачем – моноціанетилдіетилентриаміном марки УП-0633М. Для модифікації властивостей епоксидіанового олігомеру застосовували реакційноздатний олігоєфір – тригліцидиловий ефір поліоксипропілентріолу марки Лапроксид-503 (ГЕПТ-2). Для надання епоксиполімерам біоцидних властивостей використовували водний розчин полігексаметиленгуанідин фосфату марки Гембар (ПГМГ-Ф). З метою

зниження горючості використовували дисперсні мінеральні наповнювачі, що відрізнялися природою оксидів, їхнім кількісним співвідношенням і формою частинок: повітряно-сухий природний мінерал із відходів глиноземного виробництва – залізоалюмінієвий оксид (ОЗАН), активовану при підвищеній температурі базальтову луску (АБЛ) та амофос з розміром часток 50-63 мкм.

У результаті теоретичного аналізу механізмів димоутворення полімерів при горінні показано, що найкращими методами зниження димоутворюючої здатності епоксидних полімерних матеріалів є методи, спрямовані на збільшення виходу коксового залишку й окиснення продуктів деструкції, що досягається застосуванням стимуляторів коксування або їхніх сумішей з агентами, що спінюють, а також регуляторами структури полімерної матриці та пінококсу.

Для порівняльної оцінки димоутворення розроблених матеріалів була створена експериментальна установка (рис. 1), що дозволяє визначати показник оптичної щільності диму. Значення, отримані за допомогою установки, задовільно корелюють із результатами випробувань з визначення коефіцієнту димоутворення за ГОСТ 12.1.044–89.

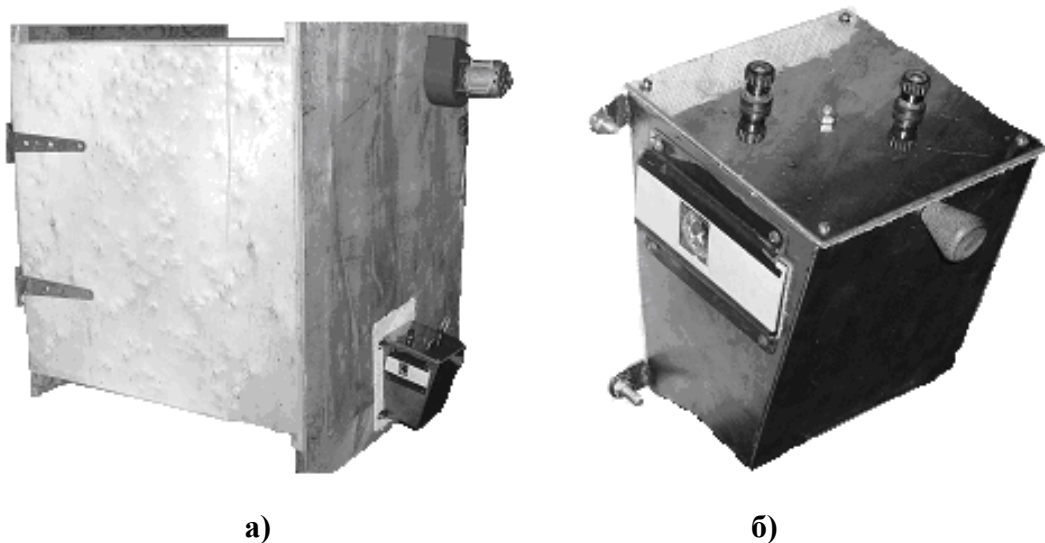


Рис. 1. Експериментальна установка для порівняльної оцінки димоутворення матеріалів (а) та камера згоряння (б).

Визначено закономірності спрямованого регулювання горючості наповнених епоксиполімерів при зміні кількості антипірену амофосу та наповнювачів: активованої базальтової луски (АБЛ) та залізоалюмінієвого оксиду (ОЗАН), для чого проводився повний факторний експеримент. Обробку результатів плану експерименту проводили за допомогою спеціалізованої програми «Plan», що дозволило оцінити дисперсії коефіцієнтів, розрахувати довірчий інтервал істинного значення коефіцієнтів, остаточну суму квадратів та побудувати квадратичні моделі (1, 2), які адекватно описують вплив співвідношення амофосу, активованої базальтової луски та залізо-алюмінієвих оксидів на горючість епоксиполімерів.

Склад композиції обирався за величиною кисневого індексу КІ. За отриманими рівняннями регресії для нормованих значень факторів – амофос(x_1)-АБЛ(x_2) та амофос(x_1)-ОЗАН(x_3) – побудовано поверхні відгуку. (рис. 2) та визначено найбільше значення кисневого індексу для кожного рівняння в досліджуваних межах. Встановлено, що найбільше значення кисневого індексу (КІ = 30,5 %) досягається при введенні до складу епоксидної композиції амофосу та активованої базальтової луски. Подальші дослідження проводились на епоксидній композиції пониженої горючості (ЕКПГ) даного складу.

$$KI_1 = 28,056 + 1,417 \cdot x_1 + 0,25 \cdot x_2 + 0,583 \cdot x_1^2 - 0,417 \cdot x_2^2; \quad (1)$$

$$KI_2 = 22,333 + 0,667 \cdot x_1 - 0,083 \cdot x_3 - 0,5 \cdot x_1^2 + 0,75 \cdot x_3^2 + 0,5 \cdot x_1 \cdot x_3 \quad (2)$$

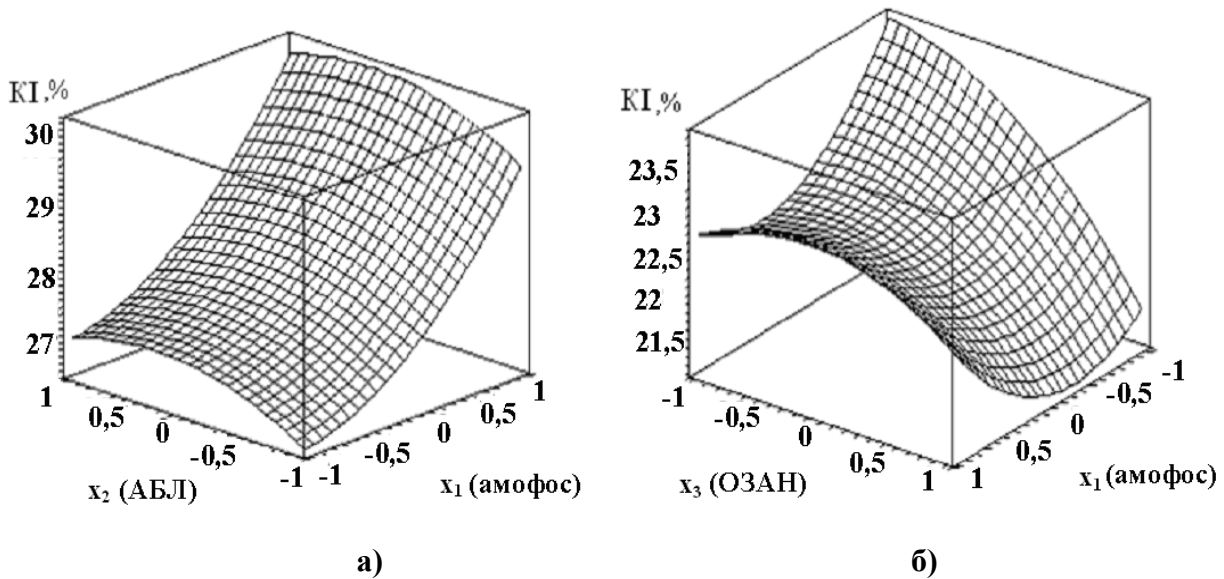


Рис. 2. Залежність величини кисневого індексу КІ від вмісту наповнювачів: амофос(x_1):АБЛ(x_2) (а) та амофос(x_1):ОЗАН(x_3) (б).

Для зменшення димоутворюючої здатності використалися різні метали, солі металів і металоорганічні сполуки: тетрафенілолово, трифенілхлоридсвинець, кальцит, оксид ванадію (V), оксид міді (II), оксид цинку, марганець і бентоніт. За результатами експериментальних досліджень встановлено, що серед використаних добавок найбільш ефективними добавками, що знижують димоутворення, є оксиди металів – оксид ванадію(V) і оксид міді (II).

На композиції ЕКПГ проведені дослідження впливу добавок, що знижують димоутворення, на горючість та димоутворюючу здатність (при тлінні) епоксиолімерів. Димоутворююча здатність визначалася за величиною оптичної щільності диму на створеній експериментальній установці (рис.1).

Залежність оптичної щільності диму й кисневого індексу епоксиолімерів від вмісту добавок, що знижують димоутворення, а також порівняння даних, отриманих на експериментальній установці й у результаті випробувань за ГОСТ 12.1.044–89, наведені в табл. 1 та на рис.3.

Залежність димоутворюючої здатності й кисневого індексу епоксиполімерів від вмісту добавок, що знижують димоутворення

Епоксиполімер	$D_m, \text{м}^2/\text{кг}$		D, % (При тлінні)	КІ, %
	При тлінні	При горінні		
ЕКПГ	1300,0	580,0	83,0	31,0
ЕКПГ+5 мас.ч. ZnO	-	-	82,0	22,0
ЕКПГ+10 мас.ч. ZnO	1370,0	710,0	81,0	22,5
ЕКПГ+15 мас.ч. ZnO	-	-	84,0	23,0
ЕКПГ+20 мас.ч. ZnO	-	-	78,0	23,5
ЕКПГ+1 мас.ч. бентоніт	-	-	80,0	25,5
ЕКПГ+3 мас.ч. бентоніт	-	-	78,0	25,0
ЕКПГ+5 мас.ч. бентоніт	-	-	83,0	25,0
ЕКПГ+10 мас.ч. бентоніт	1200,0	620,0	85,0	25,5
ЕКПГ+5 мас.ч. CuO	-	-	85,0	29,5
ЕКПГ+10 мас.ч. CuO	1040,0	480,0	86,0	29,5
ЕКПГ+15 мас.ч. CuO	-	-	85,0	30,0
ЕКПГ+20 мас.ч. CuO	-	-	85,0	29,0
ЕКПГ+5 мас.ч. V ₂ O ₅	-	-	83,0	21,0
ЕКПГ+10 мас.ч. V ₂ O ₅	1310,0	600,0	82,0	28,0
ЕКПГ+15 мас.ч. V ₂ O ₅	-	-	83,0	29,5
ЕКПГ+20 мас.ч. V ₂ O ₅	-	-	82,0	30,0

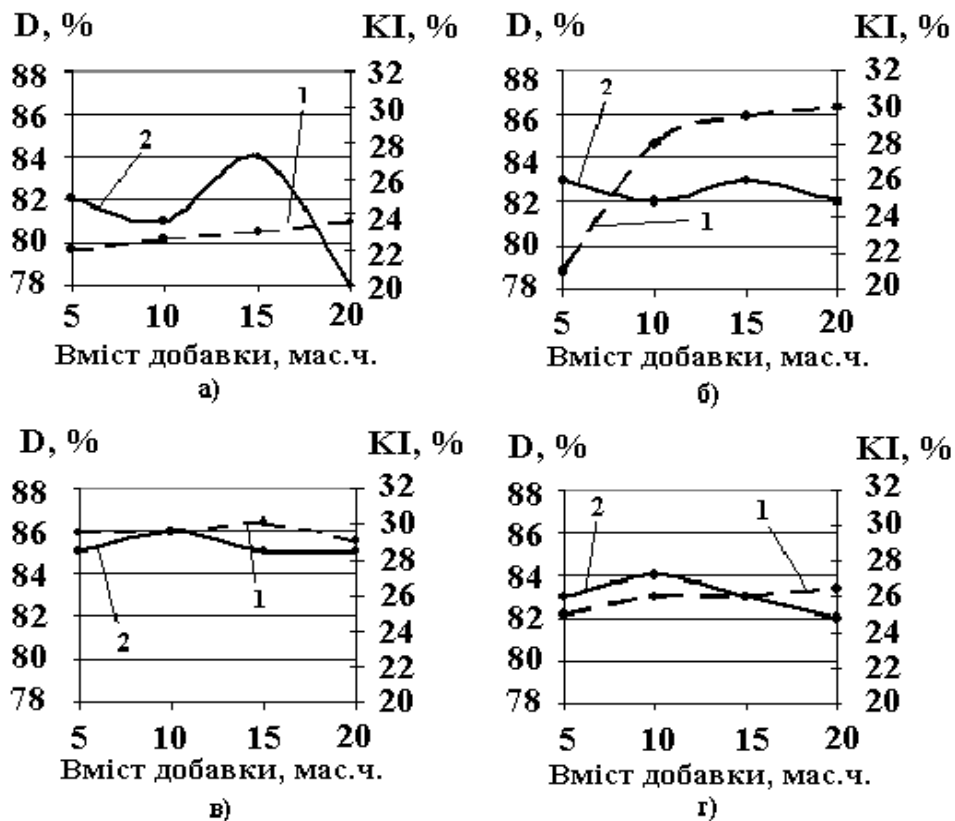


Рис. 3. Залежність кисневого індексу КІ (1) та оптичної щільності диму D (2) епоксиполімеру ЕКПГ від вмісту добавок ZnO (а), V₂O₅ (б), CuO (в) і бентоніту (г).

Рівняння регресії залежності оптичної щільності диму при тлінні (D) та горючості по кисневому індексу (KI) епоксиполімерів в залежності від вмісту добавок оксиду міді (II) – X_4 , оксиду цинку – X_5 , оксиду ванадію (V) – X_6 та бентоніту – X_7 мають вигляд:

$$D_{\text{CuO}} = 85,03 - 0,241 \cdot x_4 - 1,01 \cdot x_4^2; \quad (3)$$

$$KI_{\text{CuO}} = 29,39 - 0,04 \cdot x_4 - 0,31 \cdot x_4^2; \quad (4)$$

$$D_{\text{ZnO}} = 80,89 - 0,78 \cdot x_5 - 1,4 \cdot x_5^2; \quad (5)$$

$$KI_{\text{ZnO}} = 22,7 + 0,72 \cdot x_5 + 0,27 \cdot x_5^2; \quad (6)$$

$$D_{\text{V}_2\text{O}_5} = 82,74 - 0,316 \cdot x_6 + 0,39 \cdot x_6^2; \quad (7)$$

$$KI_{\text{V}_2\text{O}_5} = 25,23 - 4,65 \cdot x_6 - 2,38 \cdot x_6^2; \quad (8)$$

$$D_{\text{бентоніт}} = 82,46 - 0,316 \cdot x_7 - 1,48 \cdot x_7^2; \quad (9)$$

$$KI_{\text{бентоніт}} = 25,71 - 0,5949 \cdot x_7 - 0,234 \cdot x_7^2 \quad (10)$$

Встановлено, що найбільш ефективною добавкою, що знижує димоутворення, є оксид міді (II), визначено оптимальний по оптичній щільності диму ($D = 85,3 \%$) вміст оксиду міді (II) (5 мас.ч.) в епоксиполімері. Отримано епоксидну композицію, що містить амофос, активовану базальтову луску та оксид міді (II), характеризується зниженими горючістю та димоутворюючою здатністю (ЕКПДГ).

У третьому розділі приведені результати досліджень впливу металовмісних добавок на процеси термічної та термоокиснювальної деструкції, займистість, горючість, димоутворюючу здатність та склад продуктів горіння, на зміну технологічних та експлуатаційних властивостей досліджуваних епоксиполімерів. Розглянуто можливі механізми зниження димоутворення за допомогою оксиду міді (II).

Термоокиснювальна деструкція вивчалася за допомогою диференційно-термографічного (ДТА) і термогравіметричного (ТГ) методів аналізу в атмосфері повітря та в інертному середовищі при температурі 20 – 600°C (рис. 4).

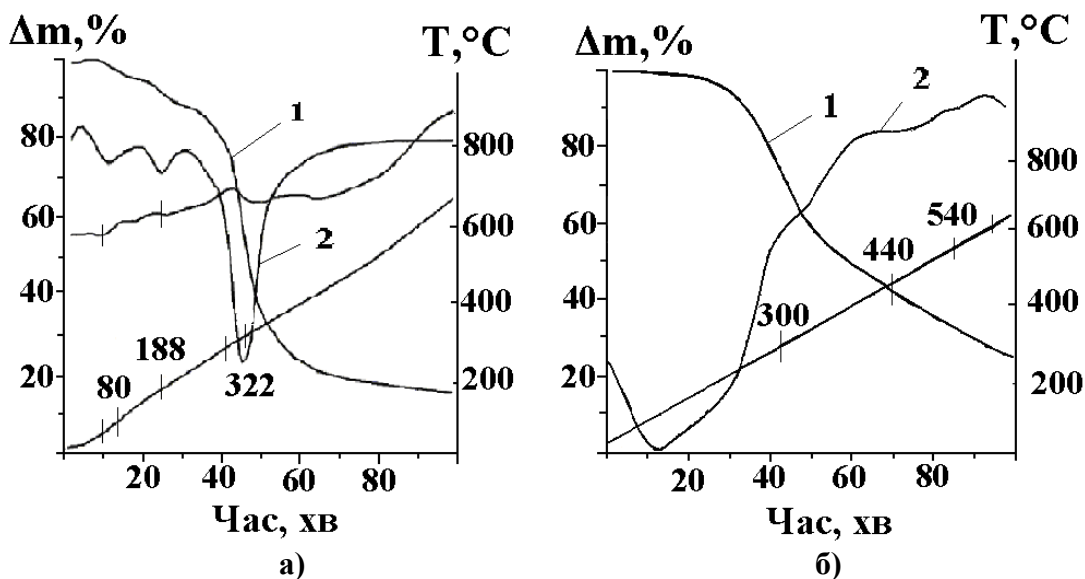


Рис. 4. Криві ТГ (1) та ДТА (2) при термічній (а) та термоокиснювальній (б) деструкції епоксиполімеру ЕКПГ з добавкою CuO (10 мас.ч.).

Показано, що введення до складу композиції оксидів перехідних металів значною мірою змінює хід як термічної, так і термоокиснювальної деструкції епоксиполімеру.

Встановлено, що при термічній деструкції епоксиполімеру з добавками оксидів металів перехідної валентності максимальний вихід коксового залишку (16,6 %) забезпечується в присутності низькоосновного оксиду міді (II), а при термоокислювальній деструкції – при введенні кислотного оксиду ванадію (V) (45 %).

Виявлено, що в присутності оксидів металів із зростанням карбонізованого залишку епоксиполімеру при термічній деструкції в інертному середовищі зменшується коефіцієнт димоутворення.

Встановлено, що стійкість до термічної та термоокиснювальної деструкції епоксиполімерів в присутності оксидів металів змінної валентності залежить від кислотно-основних властивостей і пов'язана із їх здатністю до нейтралізації кислих продуктів розкладання .

Із збільшенням основності оксидів зростає стійкість до термічної деструкції, зростає швидкість розкладання та зменшується вихід карбонізованого залишку епоксиполімеру. При термоокиснювальній деструкції епоксиполімерів, модифікованих оксидами металів, спостерігається обернена залежність – із збільшенням основності знижується енергія активації та швидкість розкладання.

Визначення складу летючих продуктів термічної деструкції деревини, обробленої епоксиполімерами, модифікованими оксидами металів змінної валентності, здійснювалося за допомогою хроматографічних методів аналізу. В результаті піролізу зразків без доступу повітря були ідентифіковані летючі продукти, які наведені в табл.2.

Таблиця 2

Кількісний склад летючих продуктів термічної деструкції деревини

Компонент	Вміст компонентів в летючих продуктах деструкції, % об.			
	Зразки деревини із сосни			
	необроблена	оброблена епоксиполімером		
ЕКПГ+CuO		ЕКПГ+ZnO	ЕКПГ+V ₂ O ₅	
CO	39,08	15,60	18,07	20,21
CO ₂	51,93	35,90	29,47	40,33
CH ₄	6,05	3,42	4,23	1,77
C ₂ H ₆ +C ₂ H ₄	0,45	0,54	0,60	0,48
C ₃ H ₈	0,19	0,21	0	0,18
C ₃ H ₆	0,32	-	-	-
H ₂	0,73	0,68	0,59	0,19
O ₂	0,26	-	-	-
N ₂	0,99	43,65	47,04	36,84

При введенні оксидів металів перш за все змінилось співвідношення CO_2 до CO на користь першого. Це свідчить про те, що в присутності оксидів металів прискорюються процеси окиснення, при цьому максимальна здатність до окиснення спостерігається в епоксиполімері, модифікованому CuO , що є позитивним фактором з точки зору зниження токсичності летючих продуктів деструкції та зниження димоутворюючої здатності епоксиполімеру. В присутності CuO спостерігається максимальний сумарний вихід негорючих газоподібних продуктів термічної деструкції у вигляді N_2 та CO_2 .

Температура займання та самозаймання епоксиполімерів, їх димоутворююча здатність та горючість за величиною кисневого індексу визначалась у відповідності з ГОСТ 12.1.044 – 89. Результати досліджень наведені у табл. 3. Там же наведені дані про вплив металовмісних добавок на швидкість розкладання, вихід коксового залишку (за даними ТГА) при термічній та термоокиснювальній деструкціях та сума негорючих газоподібних продуктів піролізу соснової деревини ($\Sigma(\text{N}_2+\text{CO}_2)$), обробленої епоксиполімерами з добавками.

Таблиця 3

Вплив металовмісних добавок на показники пожежної небезпеки та температурно-масові характеристики епоксиполімеру ЕКПГ

Полімер	$T_z, ^\circ\text{C}$	$T_{c.z.}, ^\circ\text{C}$	$D_m, \text{m}^2/\text{кг}$		КІ, %	$T_{1\text{max}}, \text{ТОД}$		КЗ, % (ТД)	$\Sigma_{(\text{N}_2+\text{CO}_2)}$
			При тлінні	При горінні		$\frac{\Delta m}{\Delta t}, \frac{\text{мг}}{\text{хв}}$	$E_{\text{эф}}, \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$		
ЕКПГ	305	525	1300	580	31	13,4	62,6	27,1	-
ЕКПГ +ZnO	325	525	1370	710	23	7,0	45,9	6,3	76,5
ЕКПГ +бентоніт	305	535	1200	620	26	7,8	52,5	8,3	-
ЕКПГ +CuO	305	545	1040	480	29	8,9	52,3	16,6	79,6
ЕКПГ +V ₂ O ₅	305	535	1310	600	28	8,3	61,79	6,9	77,1

Примітка: ТОД – термоокислювальна деструкція в атмосфері повітря; ТД – термічна деструкція в атмосфері азоту.

Як видно із табл. 3, температура займання мало залежить від хімічної природи добавок, за винятком епоксиполімеру з ZnO , при введенні якого T_z зростає на 20° , що пов'язано з малою швидкістю його розкладання при термоокиснювальній деструкції в низькотемпературній області.

Встановлено, що у порівнянні з іншими добавками, найбільш ефективною з точки зору зниження димоутворюючої здатності та горючості є CuO . Це пов'язано з тим, що CuO забезпечує більший вихід коксового залишку при термодеструкції, високу швидкість вигорання нелетючих продуктів деструкції, а також найбільший вихід негорючих газоподібних продуктів піролізу.

Для створення вогнезахисних покриттів для захисту деревини було вивчено вплив мінеральних наповнювачів на технологічні та експлуатаційні властивості епоксиполімерів. Встановлено, що для епоксиполімеру ЕКПДГ, адгезійна міцність при відриві $\sigma_{\text{відр}}$ до сталі Ст3 становить 11,17 МПа, ударна в'язкість $a=6,29$ кДж/м², руйнуюче напруження при вигині $\sigma_{\text{виг}} = 85,2$ МПа

Запропоновано декілька можливих шляхів зниження димоутворення епоксиполімерів за допомогою оксиду міді (II), що пов'язані із зменшенням виходу бензолу та його гомологів в зону горіння, які є попередниками сажеутворення. Один із шляхів обумовлений адсорбцією бензолу на чистій неокисленій поверхні міді, з втратою його ароматичності, а другий – пов'язаний з каталітичним впливом оксиду міді у вигляді йону Cu^{2+} на реакцію дегідрополіконденсації бензолу з утворенням поліпарафенілену, що призводять до збільшення виходу коксового залишку та зменшення виходу бензолу та його похідних в продуктах горіння та тління.

Таким чином представлене теоретичне узагальнення механізмів димоутворення при горінні полімерів і нове рішення наукової практичної задачі зниження пожежної небезпеки будівельних конструкцій завдяки використанню епоксидних композицій зі зниженою димоутворюючою здатністю, модифікованих фосфоразотомісними добавками в сполученні з оксидами перехідних металів.

У четвертому розділі приведені результати комплексних досліджень пожежної небезпеки епоксиполімерів зі зниженим димоутворенням, визначено ефективність запропонованого епоксиполімеру ЕКПДГ як вогнезахисного засобу для деревини та в якості електроізоляційного покриття.

У результаті досліджень розробленого епоксиполімеру ЕКПДГ встановлено, що при випробуванні вогнезахисної ефективності як засобу вогнезахисту для деревини, втрата маси випробуваних зразків становить у середньому 2,21 %, що в 2 рази менше в порівнянні з пастою «ВІМ-2» й в 5,4 рази – у порівнянні з фарбою «Termal» і відповідає I групі вогнезахисної ефективності для деревини.

Результати випробувань пожежної небезпеки епоксиполімеру ЕКПДГ за стандартами для електротехнічних виробів наведено в табл. 4. Для порівняння були обрані відомі композиції: ненаповнена горюча композиція ЕГ та композиція зі зниженою горючістю ЕПГ-1, яка містить 26 мас. % бром.

Показники пожежної небезпеки епоксиполімерів

Показники (ГОСТ, ДСТУ)	Епоксиполімери		
	ЕГ	ЕКПДГ	ЕПГ-1
Випробування з визначення температури займання від розжареного дроту, °С (ГОСТ 27483 – 87)	725	700	930
Випробування голчатим полум'ям (ГОСТ 27484 – 87): тривалість самостійного горіння, с	Повне згоряння зразка	4,1	3
Випробування на трекінгостійкість (ГОСТ 27473-87): <ul style="list-style-type: none"> • глибина ерозії, мм • індекс трекінгостійкості 	0,5 СИТ-600-0,5	1,2 СИТ-325(300)-1,2	1,4 СИТ-600-1,4
Випробування пальником Бунзена та визначення класу горючості (ГОСТ 28157-89)	ПГ 3-75	ПВ-0	ПВ-0

Встановлено, що використання епоксидного покриття ЕКПДГ, у порівнянні з ЕГ, дозволяє знизити час самостійного горіння зразка до 4,1 с при випробуванні голчастим полум'ям і перевести матеріал із групи ПГ-3-75 (ЕГ) у групу ПВ-0 при випробуванні пальником Бунзена.

Для оцінки пожежної небезпеки запропонованого епоксиполімеру було розраховано індекс його потенційної небезпеки (РНІ). Вихідними даними для розрахунку були: кисневий індекс (КІ, %), нижня теплота згоряння (ΔH_c , кДж/кг), коефіцієнт димоутворення (D_m , м²/кг), максимальний відсоток втрати маси (W_{max} , %, за даними термогравіметричного аналізу), показник токсичності продуктів горіння (H_{CL50} , г/м³), які отримані в результаті проведених експериментальних досліджень. Порівняльна оцінка пожежної небезпеки розробленого епоксиполімеру ЕКПГ та інших відомих композицій наведені в табл. 5. Для порівняння були обрані композиції: ненаповнена горюча композиція ЕГ та композиції зі зниженою горючістю ЕПГ-1, яка містить 26 мас. % бромів, та ЕПГ-2, що містить 3,5% фосфору.

Пожежна небезпека та токсичність епоксиполімерів

Показник (ГОСТ, ДСТУ)	Епоксиполімери			
	ЕГ	ЕКПДГ	ЕПГ-1	ЕПГ-2
Група важкогорючих та горючих твердих речовин і матеріалів (ГОСТ 12.1.044–89, п. 4.3)	горючий, середньої займистості			
Кисневий індекс, КІ, % (ГОСТ 12.1.044–89, п. 4.14)	19	29	27	29
Нижня теплота згорання, ΔH_c , кДж/кг (ГОСТ 21261)	31590	23500	21240	28140
Коефіцієнт димоутворення, D_m , м ² /кг, (ГОСТ 12.1.044–89, п. 4.18):				
• при тлінні	1307,5	1040	1249	1339
• при горінні	552,61	480	901	487
Максимальний процент втрати маси, W_{max} , % (за даними термогравіметричного аналізу):				
• при тлінні $T_{max} = 400^\circ C$	46,0	46,4	40	35,5
• при горінні $T_{max} = 600^\circ C$	99,8	64,8	83	75
Показник токсичності продуктів горіння, H_{CL50} , г/м ³ (ГОСТ 12.1.044–89, п. 4.20):				
• при 400°C	66,2 72,4	91,2 74,9	81,4 98,1	70,7 72,3
• при 750°C	помірно-небезпечн.	помірно-небезпечн.	помірно-небезпечн.	помірно-небезпечн.
Індекс потенціальної небезпеки РНІ:				
• при тлінні	2244	637	717	969
• при горінні	1450	385	687	561

Показано, що зниження коефіцієнту димоутворення покриття ЕКПДГ дозволяє зменшення індекс потенційної небезпеки в 1,4-3,6 рази при горінні та 1,1-3,4 – при тлінні у порівнянні з епоксиполімерами ЕГ, ЕПГ-1 та ЕПГ-2.

Результати досліджень впроваджені: у виробництво ТОВ «РОСТА» (м.Харків) для використання у будівництві для вогнезахисту деревини, що дозволило знизити пожежну небезпеку об'єктів підприємства, та у навчальний процес Університету цивільного захисту України.

Розроблено технологічну інструкцію та технічні умови на епоксиполімер ЕКПДГ.

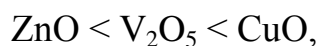
ВИСНОВКИ

У роботі отримані науково обґрунтовані результати, що в сукупності на підставі теоретичних і експериментальних досліджень дозволяють вирішити важливу науково-практичну задачу розробки епоксидних композицій зниженої горючості та димоутворюючої здатності для підвищення ефективності протипожежного захисту деревини.

1. У дисертації представлено теоретичне узагальнення механізмів димоутворення при горінні полімерів і нове рішення науково-практичної задачі підвищення пожежної безпеки деревини завдяки використанню епоксидних композицій зі зниженою димоутворюючою здатністю, модифікованих фосфоразотовмісними добавками в поєднанні з оксидами перехідних металів.
2. Показано, що зі збільшенням основності оксидів збільшується стійкість до термічної деструкції епоксиполімеру, підвищується швидкість розкладання й зменшується вихід карбонізованого залишку. При термоокиснювальній деструкції спостерігається зворотна залежність, тобто зі збільшенням основності оксидів знижується енергія активації й швидкість розкладання епоксиполімеру.
3. Встановлено, що визначальний вплив на зниження димоутворення й горючість епоксиполімерів мають поверхні кислотно-основні властивості оксидів перехідних металів і їх здатність до нейтралізації кислих продуктів деструкції. Ефективність оксидів металів зростає зі зменшенням їх основності й розташовується в ряд:



4. Встановлено, що підвищення вогнезахисних властивостей епоксиполімерів пов'язане з підвищенням температури їх самозаймання і залежить від властивостей добавок оксидів металів, що застосовуються для зниження димоутворення. За ефективністю використовувані оксиди металів можна розташувати в послідовності:



що співпадає зі збільшенням концентрації негорючих газів при термодеструкції. Ефективність зниження димоутворення й горючості епоксиполімерів у присутності оксидів металів зростає зі зменшенням основності оксидів.

5. Установлено, що найбільш ефективною добавкою для зниження димоутворення серед оксидів металів є оксид міді (II), який дозволяє знизити на 20 – 25 % коефіцієнт димоутворення, підвищити на 40°C температуру самозаймання, збільшити більш ніж в 2,5 рази величину коксового залишку при деструкції в інертному середовищі у порівнянні з іншими добавками, забезпечити високу швидкість вигорання нелетючих продуктів деструкції з утворенням максимальної концентрації негорючих газоподібних продуктів.

6. Показано, що спільне застосування як наповнювачі амофосу, активованої базальтової луски й добавки оксиду міді (II) дозволяє одержати «самозгасаючу» епоксидну композицію (КІ = 29 %) зі зменшеним до 25 % коефіцієнтом димоутворенням. Це дозволяє зменшити індекс потенційної небезпеки в 1,4-3,6 рази при горінні й 1,1-3,4 - при тлінні в порівнянні з ненаповненою, бромовмісною і фосфоразотовмісною композиціями.
7. Визначено пожежну небезпеку епоксиолімерів за стандартами для електротехнічних виробів і встановлено, що використання розробленої епоксидної композиції ЕКПДГ, у порівнянні з ненаповненою композицією дозволяє знизити час самостійного горіння зразка до 4,1 секунди при випробуванні голчастим полум'ям і перевести матеріал із групи ПГ-3-75 у групу ПВ-0 при випробуванні пальником Бунзена.
8. Установлено, що епоксидна композиція зі зниженим димоутворенням при її нанесенні забезпечує I групу вогнезахисної ефективності для деревини із втратою маси зразка 2,21 %. Розроблено проект технічних умов (№ ТУ У02071174.034-2006) та технологічну інструкцію на виготовлення й застосування ЕКПДГ. Результати роботи впроваджені ТОВ «РОСТА» (м.Харків) у якості вогнезахисного покриття для деревини, що дозволило знизити пожежну небезпеку об'єктів підприємства, та в навчальний процес Університету цивільного захисту України.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ РОБІТ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Яковлева Р.А., Попов Ю.В., Григоренко О.М. Основні шляхи зниження горючості та димоутворюючої здатності епоксидних полімерів // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. трудов АГЗ Украины. – Харьков: Фолио, 2005. – Вып. 17. – С. 209–214.
2. Яковлева Р.А., Попов Ю.В., Новак С.В., Довбиш О.В., Григоренко О.М. Вплив добавок на процеси термоокиснювальної деструкції та димоутворюючу здатність епоксиолімерів // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. трудов АГЗ Украины. – Харьков: Фолио, 2005. – Вып. 18. – С. 202–206.
3. Яковлева Р.А., Попов Ю.В., Корнієнко Р.В., Григоренко О.М. Визначення димоутворюючої здатності будівельних матеріалів // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. трудов АГЗ Украины. – Харьков: Фолио, 2005. – Вып. 19. – С. 193–197.
4. Яковлева Р.А., Григоренко А.Н., Безуглый А.М. Влияние добавок на процессы термоокислительной деструкции наполненных эпоксиполимеров // Вісник КНУТД. Зб. наук. праць. – Київ, 2005. – Вип. 5 (25). Т.2. – С. 192 – 196.
5. Яковлева Р.А., Григоренко О.М., Довбиш А.В. Пожежна небезпека епоксидних матеріалів, що містять оксиди перехідних металів //

Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. трудов УГЗ Украины. – Харьков: УГЗУ, 2006. – Вып. 20. – С. 266–271.

6. Григоренко О.М., Дмитрієва Н.В., Шевцова К.Ю., Абрамова О.А. Вплив добавок на димоутворюючу здатність епоксиполімерів зниженої горючості // Тези доповідей II Міжнародної наук.-техн. конф. студентів і аспірантів та молодих вчених «Хімія і сучасні технології». – Дніпропетровськ, 2005. – С. 119.

7. Яковлева Р.А., Григоренко А.Н., Абрамова Е.А., Шевцова Е.Ю. Влияние природы минеральных наполнителей на величину кислородного индекса эпоксиполимеров // «Розвиток наукових досліджень-2005»: Матеріали Міжнародної наук.-практ. конф. – Полтава: «ІнтерГрафіка», 2005. – Т.8. – С. 150–151.

8. Яковлева Р.А., Попов Ю.В., Григоренко А.Н. Основные пути снижения дымообразующей способности полимерных строительных материалов // Живучесть корабля и безопасность на море: Тезисы докладов III международной научн.-техн. конф. – Севастополь: СВМИ им П.С. Нахимова, 2005. – С. 27–30.

9. Яковлева Р.А., Попов Ю.В., Харченко И.А., Довбыш А.В., Олейник В.В., Григоренко А.Н. Методы снижения дымообразующей способности эпоксиполимеров пониженной горючести // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация: Сборник тезисов докладов III Международной научн.-практ. конф. – Минск, 2005. – Т.3. – С. 332–333.

10. Яковлева Р.А., Попов Ю.В., Семкив О.М., Олейник В.В., Григоренко А.Н., Харченко И.А., Новак С.В., Довбыш А.В. Методы снижения дымообразующей способности эпоксиполимеров пониженной горючести // Пожежна безпека та аварійно-рятувальна справа: стан проблеми і перспективи: Матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної конференції рятувальників (Пожежна безпека–2005).–Київ, 2005.–С. 365–367.

11. Яковлева Р.А., Дмитриева Н.В., Попов Ю.В., Григоренко А.Н., Андронов В.А. Регулирование свойств многофункциональных эпоксиполимеров // Моделирование и оптимизация в материаловедении: Материалы к 44-му международному семинару по моделированию и оптимизации композитов. – Одесса: «Астропринт», 2005. – С.48.

12. Григоренко О.М., Левенцов П.О., Журавльов О.Ю. Димоутворююча здатність полімерних композиційних матеріалів // Тези доповідей I Всеукраїнської науково-практичної конференції з хімії та хімічної технології студентів, аспірантів та молодих вчених. – Київ, 2006. – С. 70.

13. Яковлева Р.А., Попов Ю.В., Семкив О.М., Олейник В.В., Григоренко А.Н., Харченко И.А., Новак С.В., Довбыш А.В. Методы снижения дымообразующей способности эпоксиполимеров пониженной горючести // Пожарная безопасность многофункциональных и высотных зданий и сооружений: Материалы XIX научн.-практ. конф.– Москва, 2005. – Ч.1. – С. 169–171.

14. Григоренко А.Н. Токсикологическая опасность эпоксиполимеров пониженной горючести и дымообразующей способности // Актуальні проблеми пожежної профілактики: Матеріали наук.-практ. конф. – Харків: АЦЗ України, 2006. – С. 31–32.

15. Григоренко О.М., Левенцов П.О., Журавльов О.Ю. Дослідження димоутворення на стадії створення нових полімерних матеріалів // Природничі науки та їх застосування в діяльності служби цивільного захисту: Матеріали міжнародної наук.-практ. конф. – Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля, 2006. – С. 42–43.

Григоренко О.М. Підвищення ефективності протипожежного захисту деревини з використанням епоксидних композицій зі зниженим димоутворенням. – Рукопис. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.02 – пожежна безпека. – Університет цивільного захисту України. Харків, 2007.

Дисертаційна робота присвячена розробці епоксидних композицій зниженої горючості та димоутворюючої здатності для підвищення ефективності протипожежного захисту деревини.

На підставі літературних джерел встановлено, що для захисту деревини найбільш ефективно використовувати вогнезахисні покриття на основі епоксидних олігомерів, наповнених амофосом, активованою базальтовою лускою і оксидами металів перехідної валентності.

Визначено математичні залежності зміни горючості та димоутворюючої здатності епоксиполімерів від складу композицій.

Встановлено, що найефективнішою добавкою для зниження димоутворення серед оксидів металів є CuO . На підставі проведених теоретичних і експериментальних досліджень запропоновано декілька можливих механізмів зниження димоутворення епоксиполімерів за допомогою оксиду міді (II).

В результаті отримано епоксиполімер зі зниженою горючістю та димоутворенням (ЕКПДГ) і проведено випробування його пожежної небезпеки. Встановлено, що епоксиполімер ЕКПДГ має показник кисневого індексу $KI = 29\%$, коефіцієнт димоутворення при горінні (тлінні) $D_m = 480 (1040) \text{ м}^2/\text{кг}$ і при нанесенні на деревину забезпечує I групу вогнезахисної ефективності.

Епоксиполімер ЕКПДГ впроваджено у виробництво ТОВ «РОСТА» (м.Харків) як вогнезахисне покриття для деревини і в учбовий процес Університету цивільного захисту України. Розроблена технологічна інструкція і технічні умови на виготовлення і застосування епоксиполімеру ЕКПДГ.

Ключові слова: наповнений епоксиполімер, димоутворення, вогнезахист, протипожежний захист деревини, зниження пожежної небезпеки.

Григоренко А.Н. Повышение эффективности противопожарной защиты древесины с использованием эпоксидных композиций с пониженным дымообразованием. - Рукопись. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук за специальностью 21.06.02 - пожарная безопасность. - Университет гражданской защиты Украины. Харьков, 2007.

Диссертационная работа посвящена разработке эпоксидных композиций пониженной горючести и дымообразующей способности для повышения эффективности противопожарной защиты древесины. Поставленные задачи решены путем совместного введения в состав композиции дисперсных минеральных наполнителей и дымоподавляющей добавки.

На основании литературных источников установлено, что для защиты древесины наиболее эффективно использовать огнезащитные покрытия на полимерной основе, вспучивающиеся под воздействием высоких температур. Исходя из совокупности технологических, адгезионно-прочностных и защитных свойств, наиболее приемлемо использовать покрытия на основе эпоксидных олигомеров, наполненные антипиренами и дымоподавляющими добавками.

Представлено теоретическое обобщение механизмов дымообразования при горении полимеров и возможности его снижения.

Предварительные теоретические и экспериментальные исследования позволили установить, что для снижения горючести и дымообразующей способности эпоксиполимеров наиболее эффективно достигается совместным введением в состав композиции амофоса, активированной базальтовой чешуи и оксидов металлов переходной валентности.

Определены математические зависимости изменения горючести и дымообразующей способности эпоксиполимеров от состава композиций.

Установлено, что наиболее эффективной дымоподавляющей добавкой среди оксидов металлов является оксид меди (II), позволяющий снизить на 20 – 25% коэффициент дымообразования, повысить на 40°C температуру самовоспламенения и более чем в 2,5 раза величину коксового остатка при пиролизе в инертной среде по сравнению с другими добавками.

На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований предложено несколько возможных путей снижения дымообразования эпоксиполимеров с помощью оксида меди (II), связанные со снижением концентрации бензола в продуктах деструкции эпоксиполимера.

В результате получен эпоксиполимер пониженной горючести и дымообразующей способности (ЭКПДГ) и проведены испытания его пожарной опасности. Установлено, что эпоксиполимер ЭКПДГ имеет показатель кислородного индекса $KI = 29 \%$, коэффициент

дымообразования при горении (тлении) $D_m = 480$ (1040) m^2/kg , и при нанесении на древесину обеспечивает I группу огнезащитной эффективности.

Композиция ЭКПДГ внедрена в производство ООО «РОСТА» (г.Харьков) в качестве огнезащитного покрытия для древесины и в учебный процесс Университета гражданской защиты Украины. Разработана технологическая инструкция и технические условия на изготовление и применение эпоксиполимера ЭКПДГ.

Ключевые слова: наполненный эпоксиполимер, дымообразование, огнезащита, снижение пожарной опасности, противопожарная защита древесины.

Grigorenko A.N. Increase of efficiency of fire-prevention protection of wood with use of low smoking epoxy compositions. - Manuscript. The dissertation on competition a scientific degree of Cand.Tech.Sci. on a speciality 21.06.02 - fire safety. - University of Civil Defence of Ukraine. Kharkov, 2007.

Dissertational work is devoted to elaboration of epoxy compositions with the lowered combustibility and low-smoking ability for increase of efficiency of fire-prevention protection of wood.

On the basis of references it is established, that for protection of wood it is most effectively to use fireproof coverings on the basis of peroxides, filled by ammophos, the activated basalt flakes and metal oxides of transitive valency.

It is determined mathematical dependences of change of combustibility and smoke-generation ability epoxy on the structure of compositions.

It is established, that for decrease of smoke-generation the most effective additive among metal oxides is CuO . On the basis of theoretical and experimental researches it is offered some possible mechanisms of decrease of smoke-generation at epoxy burning by means of cuprum oxide (II).

As a result it is received epoxy polymer with the lowered combustibility and smoke-generation (ECLSC) and tests of its fire danger are conducted. It is established, that composition ECLSC has a parameter of oxygen index $OI=29\%$, the factor smoke-generation is $D_m = 480$ (1040) m^2/kg at burning (smoldering) and covering on wood provides I group of fireproof efficiency.

Epoxy-polymer ECLSC is introduced in production process of «ROSTA» LTD (Kharkov) and in educational process of University of Civil Defence of Ukraine as a fireproof covering for wood. The technological instruction and specifications on manufacturing and application of epoxy polymer ECLSC is developed.

Keywords: filled epoxy-polymers, smoke-generation, fire-protection, decrease of fire danger, fire-prevention protection of wood.

Підп. До друку 08.10.07 р.
Друк ризограф.
Тираж 100 прим.

Формат 60×84 1/16
Умовно-друкар. арк. 1,3
Вид. № Зам. №

135/07

УЦЗУ, 61023, Харків, вул. Чернишевського, 94