

П. В. Пастухов¹, В. В. Кочубей², О. І. Лавренюк¹, Б. М. Михалічко¹

¹Львівський державний університет безпеки життєдіяльності,

²Національний університет "Львівська політехніка"

ХІМІЧНОСТІЙКІ ВОГНЕЗАХИСНІ ПОКРИТТЯ НА ОСНОВІ МОДИФІКОВАНИХ КУПРУМ(II) КАРБОНАТОМ ЕПОКСІАМІННИХ КОМПОЗИЦІЙ

Вступ. Розвиток сучасних технологій та розробка нових матеріалів сприяє розширенню сфер застосування епоксидних смол. На особливу увагу заслугове використання епоксиолімерних композицій як вогнезахисних покриттів. Такі покриття дедалі частіше застосовують для підвищення вогнестійкості елементів та конструкцій із металів, пластмас, деревини в різних спорудах промислового і цивільного будівництва, в транспортних засобах. Перспективним методом створення вогнезахисних покриттів на основі епоксидних смол є введення в полімерну матрицю реакційноздатних антипіренів.

Мета. Метою роботи є вивчення впливу одного із запропонованих антипіренів, а саме купрум(II) карбонату, на здатність епоксіамінних композицій протистояти поширенню полум'я, а також на їх водо- та хімічність.

Методи. Швидкість поширення полум'я по поверхні горизонтально розташованих експериментальних зразків визначали згідно з ГОСТ 28157-89. Водо- та хімічність оцінювали ваговим методом за зміною маси полімерних плівок після їх витримки протягом певного часу в дистильованій воді та агресивних середовищах.

Результати. Результати експериментальних досліджень засвідчили, що додавання невеликої кількості купрум(II) карбонату (5 мас. ч. на 100 мас. ч. зв'язуючого) до епоксіамінної композиції практично не впливає на швидкість поширення полум'я по зразку, розташованому в горизонтальному положенні. Натомість, зразки з вмістом антипірену 20, 40 та 80 мас. ч. на 100 мас. ч. зв'язуючого взагалі не спроможні поширювати полум'я в горизонтальному напрямку. Тривалість самостійного горіння зразків цих композицій не перевищувала 1,5-2 хв.

Встановлено, що завдяки утворенню хімічних зв'язків між купрум(II) карбонатом і поліетиленполіаміном, зменшується проникність вільних плівок на основі модифікованих композицій для води та агресивних середовищ. Найнижчі значення рівноважного поглинання у воді та середовищах 10%-их водних розчинів H_2SO_4 і NaOH виявлені для композицій з вмістом купрум(II) карбонату 20 мас. ч. на 100 мас. ч. зв'язуючого.

Висновки. На основі проведених досліджень впливу купрум(II) карбонату на швидкість поширення полум'я встановлено, що композиції з вмістом антипірену понад 20 мас. ч. на 100 мас. ч. зв'язуючого не поширюють полум'я та є самозгасаючими. Модифікація епоксидних полімерів купрум(II) карбонатом знижує їх сорбційну здатність у воді, розчинах лугів та кислот. Ці дані покладені в основу розробки хімічно стійких вогнезахисних покриттів на основі епоксіамінних композицій, модифікованих купрум(II) карбонатом.

Ключові слова: епоксіамінна композиція, купрум(II) карбонат, ефект самозгасання полум'я, фізико-механічні властивості

Постановка проблеми. Розвиток сучасних технологій та розробка нових матеріалів сприяє розширенню сфер застосування епоксидних смол. Це, насамперед, зумовлено вдалим поєднанням технологічних та експлуатаційних властивостей. Епоксидні смоли з успіхом застосовують як міцні армувальні матеріали і конструкційні клеї для космічної техніки, авіації та суднобудування. На основі епоксидних смол створюють заливні герметизуючі компаунди для електромашинобудування, електроніки, радіотехніки. Для виготовлення литих виробів, технологічного оснащення та інструментів, ін'єктування тріщин у виробках і будівельних конструкціях з метою ремонту та підсилення, влаштування наливних

підлог використовують епоксидні компаунди. Втім, найчастіше епоксидні смоли застосовують як основні компоненти захисних покриттів для металевих конструкцій й обладнання, бетону, деревини тощо [1].

На особливу увагу заслугове використання епоксиолімерних композицій як вогнезахисних покриттів. Такі покриття дедалі частіше застосовують для підвищення вогнестійкості елементів та конструкцій із металів, пластмас, деревини в різних спорудах промислового і цивільного будівництва, в транспортних засобах.

Перспективним методом створення вогнезахисних покриттів на основі епоксидних смол є введення в полімерну матрицю реакційноздатних антипіренів. Завдяки наявності функціональних

груп в молекулярній структурі, антипірени такого типу спроможні вступати в реакції з мономерами при синтезі полімерів або ж з макромолекулами самих полімерів. Тому такі антипірени можна використовувати як мономери при синтезі полімерів, зшиваючи агенти і модифікатори полімерів. Для отримання очікуваного результату в аспекті створення вогнезахисних покриттів на основі епоксиполімерів модифікація повинна супроводжуватися появою нових або формуванням більш міцних внутрішньомолекулярних зв'язків [2].

Особливим класом сполук з винятковою реакційною здатністю, високою схильністю до комплексоутворення, які можуть бути використані як антипірени реакційноздатного типу є солі перехідних металів. Серед широкого спектра цих сполук важливо виокремити лише ті, які попри високу ефективність у зниженні горючості епоксиполімерів, гарантували б збереження на належному рівні експлуатаційних властивостей покриттів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Донедавна відомості про виявлення впливу солей *d*-металів на горючість епоксиполімерів траплялися дуже рідко. Здебільшого в проаналізованих роботах запропоновано використовувати як активні антипірени готові комплекси на основі солей перехідних металів та амінного затвердника епоксидних смол.

Зокрема, було виявлено підвищення вогнестійкості епоксидних смол при введенні мідноаміачних, мідномоноестаноламінових та міднодіетаноламінових комплексів ціанурової й діалізіоціанурової кислот [3]. Важливо, що при підвищенні вмісту металу в комплексі кисневий індекс полімеру зростає до максимального значення.

При вивченні впливу комплексних сполук на основі солей металів з триетилтетрааміном (*TETA*): $[\text{Ce}(TETA)(\text{OCOCH}_3)_3]$, $[\text{Ce}(TETA)_2(\text{SO}_4)_3]$, $[\text{Co}(TETA)]\text{Cl}_2$, $[\text{Mn}(TETA)]\text{Cl}_2$, $[\text{Ni}_2(TETA)_3]\text{Cl}_4$, $[\text{Ni}_2(TETA)_3](\text{SO}_4)_3$, $[\text{Cr}(TETA)(\text{OCOCH}_3)_3]$ на кисневий індекс епоксидних композицій встановлено, що на характер залежності впливає як метал, так і аніон [4]. Лише при введенні комплексу $[\text{Mn}(TETA)]\text{Cl}_2$ за вмісту мангану 0,08–0,24% спостерігається значне збільшення кисневого індексу, а фізико-механічні показники при цьому не погіршуються.

Ефективність використання комплексів солей металів змінної валентності з 3(5)-метилпіразолом (*MIP*), а саме $\text{Co}[(MIP)_4\text{SO}_4]$, $\text{Co}[(MIP)_4\text{Cl}_2]$, $\text{Mn}[(MIP)_4\text{Cl}_2]$, $\text{Ni}[(MIP)_4\text{Cl}_2]$, $\text{Zn}[(MIP)_4\text{Cl}_2]$, як антипіренів епоксидних композицій на основі дигліцидилового ефіру дифенілпропану, затвердненого *n,n'*-діамінодифенілметаном, підтверджена в роботі [5]. За вмісту комплексів 2,6–3,07 мас. ч. на 100 мас. ч. зв'язуючого епоксидні композиції мають підвищену вогнестійкість, високі теплостійкість за

Віка, твердість по Брінелю та руйнівне напруження при згинанні. Наведені дані свідчать, що найвищим антипіреновим ефектом володіють композиції, що містять комплексно зв'язані солі кобальту та мангану, а найменшим – нікелю.

Триалкілфосфатні комплекси хлоридів металів і триетилтетрааміну підсилюють міцність епоксиполімерних композицій та надають їм стійкості до горіння [6]. Епоксидні композиції, модифіковані комплексами трис(галогеналкіл) фосфату з станум чи титан хлоридом не спроможні самостійно підтримувати горіння після видалення джерела запалювання.

На підставі цілої серії проведених нами досліджень [7–14] підтверджено високу ефективність застосування комплексних сполук на основі неорганічних солей купруму(II) та амічних затвердників епоксидних смол з метою зниження пожежної небезпеки епоксіамічних композицій. Тому подальші дослідження спрямовані на розширення асортименту металумісних антипіренів для епоксидних композицій, проведення системних досліджень щодо впливу запропонованих антипіренів на показники пожежної безпеки та експлуатаційні властивості композицій, а також визначення сфер практичного застосування розроблених епоксіамічних композицій.

Метою роботи є вивчення впливу одного із запропонованих антипіренів, а саме купрум(II) карбонату, на здатність епоксіамічних композицій протистояти поширенню полум'я, а також на їх водо- та хімістійкість. Обрані показники будуть ключовими критеріями при оцінюванні можливості застосування модифікованих композицій як вогнезахисних покриттів.

Виклад основного матеріалу. Для отримання епоксіамічних композицій використовували такі речовини: зв'язуюче – епоксидіанова смола марки ЕД-20, затвердник – поліетиленполіамін, антипірен – купрум(II) карбонат. В композицію антипірен вводили у вигляді кристалічного комплексу (антипірену-затвердника). Методика отримання експериментальних зразків детально описана в роботі [8]. Вивчали властивості епоксіамічних композицій за вмісту антипірену 0, 5, 20, 40, 80 мас. ч. на 100 мас. ч. зв'язуючого.

Визначали швидкість поширення полум'я по поверхні горизонтально розташованих експериментальних зразків згідно з ГОСТ 28157-89. Водо- та хімістійкість оцінювали ваговим методом за зміною маси полімерних плівок після їх витримки протягом певного часу в дистильованій воді та агресивних середовищах.

Як свідчать результати експериментальних досліджень (табл. 1), середня швидкість горіння зразків композиції без додавання купрум(II) карбонату становила 25,2 мм/хв. Зразки такої ком-

позиції не припиняли горіти до моменту вимушеного їх гасіння, а при горінні спостерігалось падіння палаючих продуктів розкладу, від яких відбувалося займання підкладеного під зразок паперу. В умовах пожежі це може призвести до збільшення площі пожежі та створення додаткової загрози життю людей.

Таблиця 1

Результати експериментальних досліджень визначення швидкості поширення полум'я по горизонтально розташованих зразках полімерних композицій з різним вмістом CuCO_3

Вміст CuCO_3 , масові частини	Середня швидкість горіння, мм/хв	Тривалість самостійного горіння, с
0	25,2	горять до моменту вимушеного гасіння
5	24,6	
20	не поширюють полум'я, згасають до нульової відмітки	93
40		87
80		86

Введення купрум(II) карбонату в кількості 5 мас. ч. на 100 мас. ч. зв'язуючого практично не впливає на швидкість поширення полум'я по поверхні зразка епоксіамінної композиції, розташованого в горизонтальному положенні. Зразки композицій з вмістом купрум(II) карбонату 20, 40 та 80 мас. ч. на 100 мас. ч. зв'язуючого під дією полум'я пальника займалися та горіли. Але після видалення полум'я самостійне горіння підтримувалось короткочасно, зразки самостійно згасали до досягнення полум'ям нульової відмітки. В місці дії полум'я на поверхню зразків спостерігалось утворення карбонізованого шару. Тривалість самостійного горіння зразків таких композицій не перевищувала 1,5–2 хв. Займання підкладеного паперу не відбувалося.

В підсумку, матеріали на основі композицій без антипірену та з вмістом антипірену 5 мас. ч. можна віднести до категорії ПГ (полум'я поширюється по горизонтально закріпленому зразку), оскільки швидкість поширення полум'я по їх поверхні не перевищує 40 мм/хв. Для зразків композицій з вмістом антипірену 20, 40 та 80 мас. ч. на 100 мас. ч. зв'язуючого швидкість горіння неможливо визначити, тому такі матеріали належать до найвищої категорії стійкості до горіння ПВ (полум'я поширюється лише по вертикально закріпленому зразку).

Розкадровка відеозйомки проведених досліджень наведена на рис. 1.

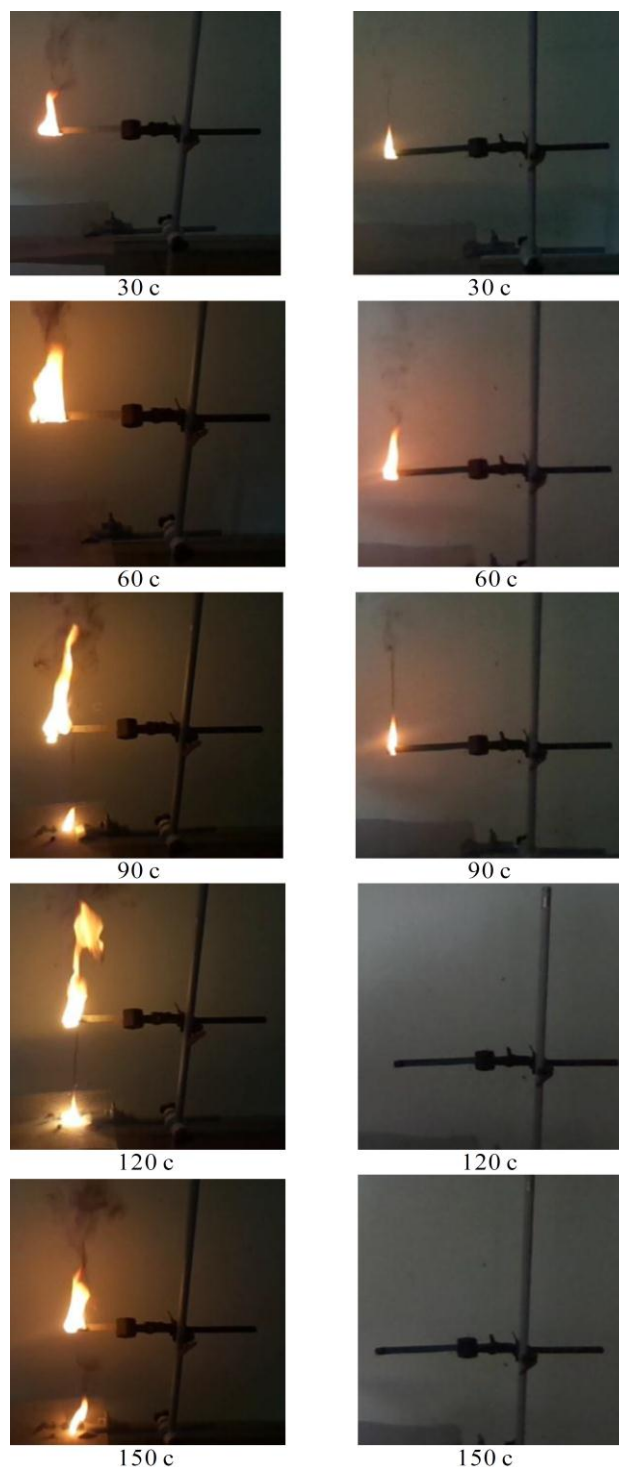


Рис. 1. Кінограма, яка демонструє здатність зразків поширювати полум'я:

- а – епоксидна композиція без антипірену;
- б – епоксидна композиція з вмістом антипірену

Важливою характеристикою в процесі експлуатації полімерних захисних покриттів є стійкість до руйнування водою та агресивними середовищами. Результати експериментального визначення сорбційної здатності вільних шівок на основі епоксіамінних композицій з різним вмістом антипірену у воді, розчинах лугів та кислот наведено на рис. 2.

Отримані дані свідчать про те, що антипірен не вимивається водою із затвердненої композиції.

Першою причиною є нерозчинність його у воді. По-друге, купрум(II) карбонат бере участь у формуванні тривимірної структури при затвердненні епоксидних композицій [8, 12]. Завдяки появі нових зв'язків відбувається ущільнення полімерної сітки, що перешкоджає проникненню води в полімерну матрицю. Відтак при введенні антипірену стійкість до дії води зростає. А найнижчий рівень рівноважного водопоглинання (0,6%), зафіксований для композиції з вмістом антипірену 20 мас. ч., що на 0,2% нижче від вихідної композиції.

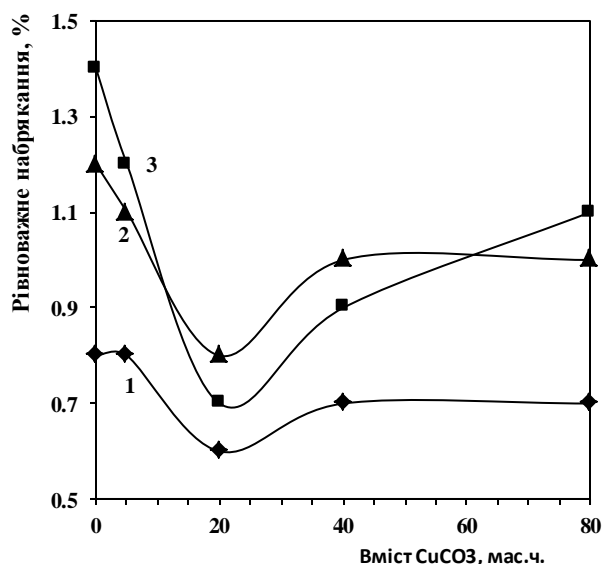


Рис. 2. Результати експериментального визначення сорбційних властивостей вільних плівок на основі епоксіамінних композицій в різних середовищах: 1 – H₂O, 2 – 10% H₂SO₄, 3 – 10% NaOH

Значення рівноважного поглинання в середовищах 10% водних розчинів H₂SO₄ та NaOH для композицій з купрум(II) карбонатом також дещо нижчі, порівняно з вихідною композицією. Причому в кислому та лужному середовищах зберігаються загальні закономірності характерні для води, тільки з їх меншими значеннями. В міру ущільнення просторової сітки спостерігається підвищення хімічної стабільності. Для композиції з вмістом купрум(II) карбонату 20 мас. ч. характерні найнижчі значення рівноважного поглинання. При зміні частки антипірену як в сторону зменшення, так і в сторону збільшення стійкість зразків знижується.

Зниження дифузійної проникності зразків очевидно можна пояснити зменшенням дефектності, яка виникає через внутрішні напруження. Утворення хімічних зв'язків між купрум(II) карбонатом і поліетиленполіаміном, а відтак і участь його у формуванні сітчастої структури полімеру, сприяє зменшенню проникності покриттів для агресивних середовищ, мабуть, також внаслідок зменшення вільних полярних груп в полімері в результаті вищезгаданої хімічної взаємодії. Отримані результати свідчать про формування більш

щільної структури полімеру під впливом купрум(II) карбонату, оптимальна кількість котрого становить 20 мас. ч. на 100 мас. ч. зв'язуючого.

Висновки. На основі проведених досліджень впливу купрум(II) карбонату на швидкість поширення полум'я по поверхні матеріалів на основі епоксіамінних композицій встановлено, що композиції з вмістом антипірену понад 20 мас. ч. на 100 мас. ч. зв'язуючого не поширюють полум'я та є самозгасаючими. Модифікація епоксидних полімерів купрум(II) карбонатом знижує їх сорбційну здатність у воді, розчинах лугів та кислот. Ці дані покладені в основу розробки хімічно стійких вогнезахисних покриттів на основі епоксіамінних композицій, модифікованих купрум(II) карбонатом.

Список літератури:

1. Букетов А.В. Епоксидні наноккомпозити / А.В. Букетов, О.О. Сапронов, В.Л. Алексенко. – Херсон: ХДМА, 2015. – 184 с.
2. Iji M., Kiuchi Y. Flame-retardant epoxy resin compounds containing novolac derivatives with aromatic compounds / M. Iji, Y. Kiuchi // *Polymers for Advanced Technologies*. – 2001. – Vol. 12. – Issue 7. – P. 393–406.
3. Есаян Г.Т. Медноаммиачные (аминовые) соли циануровой и диаллилциануровой кислот в качестве антипиренирующих добавок / Г.Т. Есаян, С.М. Казарян, М.Б. Ордян // *Армянский химический журнал*, 1980. – № 4. – Т. 33. – С. 290–294.
4. Ордян М.Б. Модификация эпоксидной смолы ЭД-20, отвержденной смесями ароматических диаминов, комплексами солей некоторых металлов с триэтилентетрамином / М.Б. Ордян, Л.Г. Рашидян, Г.Б. Айвазян и др. // *Армянский химический журнал*, 1978. – № 10. – Т. 31. – С. 763–767.
5. Дарбинян Э.Г. Огнестойкие эпоксидные композиции / Э.Г. Дарбинян, М.С. Мацоян, А.А. Саакян, М.А. Элизян // *Армянский химический журнал*, 1983. – № 4. – Т. 36. – С.268–69.
6. Пат. 2383568 RU, МПК С 08 L 63/02. Эпоксидная композиция / Зиновьева Е.Г., Ефимов В.А., Кольцов Н.И. – № 2008129086/04, Заявл. 15.07.2008; Опубл. 10.03.2010.
7. Lavrenyuk H., Kochubei V., Mykhalichko O., Mykhalichko B. A new flame retardant on the basis of diethylenetriamine copper(II) sulfate complex for combustibility suppressing of epoxy-amine composites // *Fire Safety Journal*. – 2016. – Vol. 80. – P. 30-37.
8. Lavrenyuk H., Kochubei V., Mykhalichko O., Mykhalichko B. Metal-coordinated epoxy polymers with suppressed combustibility. Preparation technology, thermal degradation, and combustibility test of new epoxy-amine polymers containing the curing agent with chelated copper(II) carbonate // *Fire and Materials* – 2018. – Vol. 42. – P. 266-277.

9. Лавренюк О.І., Михалічко Б.М., Пархоме-нко В.-П.О. Квантово-хімічне моделювання по-ведінки хелатного комплексу $[Cu(H_2NC_2H_4NH_2)(H_2NC_2H_4NHC_2H_4NH_2)]SiF_6$ – антипірена-затвердника епоксидних смол в умо-вах горіння // Вопросы химии и химической тех-нологии. – 2018. – № 3. – С. 31-36.

10. Lavrenyuk H., Mykhalichko B. DFT study on thermochemistry of the combustion of self-extinguishing epoxy-amine composites modified by copper(II) sulfate // Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii – 2018. – No 6. – P. 42-48.

11. Lavrenyuk H., Mykhalichko O., Zarychta B., Olijnyk V., Mykhalichko B. A new copper(II) chelate complex with tridentate ligand: synthesis, crystal and molecular electronic structure of aqua-(diethylenetriamine-N, N', N'')-copper(II) sulfate monohydrate and its fire retardant properties // Journal of Molecular Structure. – 2015. – No 1095. – P. 34-41.

12. Lavrenyuk H., Mykhalichko O., Zarychta B., Olijnyk V., Mykhalichko B. Synthesis, Structural, and Thermal Characterization of a New Binuclear Copper(II) Chelate Complex Bearing an Amine-hardener for Epoxy Resins // Journal of Coordination Chemistry. – 2016. – Vol. 69. – No 18. – P. 2666–2676.

13. Лавренюк О.І., Михалічко Б.М., Пасту-хов П.В. Застосування купрум(II) карбонату як спосіб зниження пожежної небезпеки епоксид-німих композицій / Scientific Journal “Science Rise”. – 2016. – №5/2(22). – С. 25-29.

14. Lavrenyuk H., Hamerton I., Mykhalichko B. Tuning the properties for the self-extinguishing epoxy-amine composites containing copper-coordinated curing agent: flame tests and physical-mechanical measurements // Reactive and Functional Polymers. – 2018. – Vol. 129. – P.95-102.

References:

1. Buketov A.V. Epoksydni nanokompozyty / A.V. Buketov, O.O. Sapronov, V.L. Aleksenko. – Kherson: KHDMA, 2015. – 184 s.

2. Iji M., Kiuchi Y. Flame-retardant epoxy resin compounds containing novolac derivatives with aromatic compounds / M. Iji, Y. Kiuchi // Polymers for Advanced Technologies. – 2001. – Vol. 12. – Issue 7. – P. 393–406.

3. Yesayan G.T. Mednoammiachnyye (aminovyve) soli tsianurovoy i dialilizotsianurovoy kislot v kachestve antipiriruyushchikh dobavok / G.T. Yesayan, S.M. Kazaryan, M.B. Ordyan // Armyanskiy khimicheskij zhurnal, 1980. – № 4. – T. 33. – S. 290–294.

4. Ordyan M.B. Modifikatsiya epoksidnoy smoly ED-20, otverzhdennoy smesyami aromatcheskikh diaminov, kompleksami soley nekotorykh metallov s trietilentetraminom / M.B. Ordyan, L.G. Rashidyan, G.B. Ayvazyan i dr. // Armyanskiy khimicheskij zhurnal, 1978. – № 10. – T. 31. – S. 763–767.

5. Darbinyan E.G. Ognestoykiye epoksidnyye kompozitsii / E.G. Darbinyan, M.S. Matsoyan, A.A. Saakyan, M.A. Elizyan // Armyanskiy khimicheskij zhurnal, 1983. – № 4. – T. 36. – S. 268–69.

6. Pat. 2383568 RU, MPK C 08 L 63/02. Epoksidnaya kompozitsiya / Zinov'yeva Ye.G., Yefimov V.A., Kol'tsov N.I. – № 2008129086/04, Zayavl. 15.07.2008; Opubl. 10.03.2010.

7. Lavrenyuk H., Kochubei V., Mykhalichko O., Mykhalichko B. A new flame retardant on the basis of diethylenetriamine copper(II) sulfate complex for combustibility suppressing of epoxy-amine composites // Fire Safety Journal. – 2016. – Vol. 80. – P. 30-37.

8. Lavrenyuk H., Kochubei V., Mykhalichko O., Mykhalichko B. Metal-coordinated epoxy polymers with suppressed combustibility. Preparation technology, thermal degradation, and combustibility test of new epoxy-amine polymers containing the curing agent with chelated copper(II) carbonate // Fire and Materials – 2018. – Vol. 42. – P. 266-277.

9. Lavrenyuk O.I., Mykhalichko B.M., Parkhomenko V.-P.O. Kvantovo-khimichne modelyuvannya povedinky khelatnoho kompleksu $[Cu(H_2NC_2H_4NH_2)(H_2NC_2H_4NHC_2H_4NH_2)]SiF_6$ – antypirena-zatverdnyka epoksydnykh smol v umovakh horinnya // Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii. – 2018. – № 3. – S. 31-36.

10. Lavrenyuk H., Mykhalichko B. DFT study on thermochemistry of the combustion of self-extinguishing epoxy-amine composites modified by copper(II) sulfate // Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii – 2018. – No 6. – P. 42-48.

11. Lavrenyuk H., Mykhalichko O., Zarychta B., Olijnyk V., Mykhalichko B. A new copper(II) chelate complex with tridentate ligand: synthesis, crystal and molecular electronic structure of aqua-(diethylenetriamine-N, N', N'')-copper(II) sulfate monohydrate and its fire retardant properties // Journal of Molecular Structure. – 2015. – No 1095. – P. 34-41.

12. Lavrenyuk H., Mykhalichko O., Zarychta B., Olijnyk V., Mykhalichko B. Synthesis, Structural, and Thermal Characterization of a New Binuclear Copper(II) Chelate Complex Bearing an Amine-hardener for Epoxy Resins // Journal of Coordination Chemistry. – 2016. – Vol. 69. – No 18. – P. 2666–2676.

13. Lavrenyuk O.I., Mykhalichko B.M., Pastukhov P.V. Zastosuvannya kuprum(II) karbonatu yak sposib znyzhennya pozhezhnoyi nebezpeky epoksyaminnykh kompozitsiy / Science Rise. – 2016. – №5/2(22). – С. 25-29.

14. Lavrenyuk H., Hamerton I., Mykhalichko B. Tuning the properties for the self-extinguishing epoxy-amine composites containing copper-coordinated curing agent: flame tests and physical-mechanical measurements // Reactive and Functional Polymers. – 2018. – Vol. 129. – P. 95-102.

CHEMICALLY RESISTANT FLAME RETARDING COATINGS BASED ON EPOXY-AMINE COMPOSITES MODIFIED WITH COPPER(II) CARBONATE

Introduction. The development of modern technologies and the elaboration of new materials facilitates the wide use of epoxy resins for instance in industries. Particular attention deserves the various fire retardant coatings making. These coatings are increasingly used to increase fire resistance of details and designs made of metals, plastics, wood in various industrial and civil constructions, and in transport. The very perspective mode producing the effective fire retardant coatings is the direct introduction into the polymeric matrix of epoxy resins of reactive fire retardant agents.

Purpose. The aim of this work is to study the effect of the elaborated fire retardant on the ability of epoxy-amine composites modified with copper(II) carbonate to resist the spread of the flame, as well as the effects of water and chemicals.

Methods. The flame propagation rate on the surface of horizontally located experimental samples was determined according to all-State Standard 28157-89. Water and chemical resistance were evaluated by a gravimetric method on the polymer mass film change after exposure to distilled water and corrosive media for a certain period of time.

Results. The results of experimental studies have shown that samples of the epoxy-amine composites containing 20, 40 and 80 mass parts of CuCO_3 per 100 mass part of the binding agent do not propagate the flame horizontally at all. At that, duration of free combustion of these polymer samples did not exceed 2 min.

It has been found too that the penetrability of water and chemicals through films based on epoxy-amine composites modified with CuCO_3 is reduced due to the formation of chemical bonds between copper(II) carbonate and polyethylene-polyamine. The lowest level of the equilibrium absorption in water and 10% aqueous solutions of H_2SO_4 and NaOH was watched for samples of those composites that contained 20 mass parts of CuCO_3 per 100 mass parts of binder.

Conclusion. When studying the effect of copper(II) carbonate on the flame propagation rate, it was found that the epoxy-amine composites containing >20 mass parts of CuCO_3 per 100 mass parts of the binding agent, do not propagate the flame and so these are self-extinguishing. The copper(II) carbonate addition to epoxy polymers reduces their sorption capacity in water and solutions of alkalis and acids. These data are the basis to future develop the chemically resistant fire retarding coatings based on epoxy-amine composites modified with copper(II) carbonate.

Keywords: epoxy-amine composite, copper(II) carbonate, flame self-extinguishing effect, physical-mechanical properties.