

**Ю.В. Савельєв, Л.А. Марковська,  
Л.П. Робота, Н.Й. Пархоменко, О.О. Савельєва**

Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, Київ

## **ПОЛІУРЕТАНОВІ ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПОКРИТТЯ ДЛЯ ЗАХИСТУ РІЗНОГО ТИПУ ПОВЕРХОНЬ ВІД ДІЇ АГРЕСИВНИХ ФАКТОРІВ ДОВКІЛЛЯ**



Створено поліуретанові композиції як поліфункціональні захисні матеріали, що можуть виконувати функції покриттів та просочувальних або зв'язуючих матеріалів. Поліуретанові композиції мають високі показники адгезії, а матеріали на їх основі водостійкі та стійкі до дії агресивних біотичних (абіотичних) і техногенних факторів (біокорозії, УФ-опромінення, хімічних агентів). Вбудовування активних сполук у макроланцюг полімера сприяє пролонгації захисних функцій пропонованих матеріалів, що є їх перевагою перед уже існуючими.

*Ключові слова:* поліуретанове покриття, захист, поліфункціональність, біотичні, абіотичні та техногенні фактори, стійкість.

Невідкладною проблемою, що потребує вирішення в галузях будівництва, архітектури, збереження пам'яток архітектури та історії, житлово-комунального господарства, транспорту, в хімічній і харчовій промисловості, є створення нових, більш ефективних, довговічних та економічних композиційних матеріалів з покращеними властивостями як поліфункціональних покриттів і просочувальних матеріалів з метою подовження експлуатаційного ресурсу нових та старих споруд і конструкцій [1].

На даний час оцінка стійкості матеріалів і конструкцій, які піддаються дії агресивних факторів довкілля, визначається з точки зору двох наукових напрямів — хімічної і біологічної стійкості. Хімічні аспекти деградації матеріалів загальновідомі — це абіотичні та техногенні фактори. Проблема ж надійності та дов-

говічності матеріалів, а також будівель, споруд і конструкцій, що руйнуються під дією мікроорганізмів, є актуальною задачею останнього часу, котра набуває все більш важливого значення. Каталог мікроорганізмів — біодеструктивів полімерних, металевих і неметалевих (камінь, бетон, граніт, дерево) матеріалів, згідно з проведеною інвентаризацією, нараховує понад 360 видів, серед яких найбільш агресивними є гриби родів *Aspergillus* та *Penicilium* [2]. Крім того, під дією екстремальних факторів (у т. ч. й екологічних) виникають популяції нових надзвичайно агресивних біодеструкторів.

Вирішення проблеми захисту будівель, споруд і конструкцій від руйнування під дією деструкуючих факторів навколишнього середовища можливе за допомогою використання поліуретанових композицій (ПК) як поліфункціональних покриттів і просочувальних матеріалів та створених на їх основі принципово нових технологій захисту. Серед бага-

тьох класів полімерів поліуретани слід розглядати не тільки як клас полімерів, а й як вдалиий і ефективний спосіб ефективного спрямованого створення полімерів з необхідною структурою та властивостями [3]. Ця властивість високомолекулярних сполук базується на тому, що поліуретанові еластомери як блоккополімери типу  $[ABC]_n$  отримують на основі реакційноздатних реагентів різного класу органічних сполук, що дає можливість керовано варіювати структуру, а отже і властивості макромолекули полімеру. Ключовою проблемою при створенні композиційних матеріалів є проблема взаємодії компонентів і їх вплив на структуру композиту. Модифікування полімеру хелатними комплексами перехідних металів (зокрема, цинку, нікелю та міді) надає полімерам здатності протидіяти деструктивним процесам, що відбуваються за механізмом гідроперекисного гомолізу (УФ- та термоокиснювальна) [4]. Все це дає можливість отримати полімерне покриття, стійке до дії абіотичних і техногенних факторів. Отримання полімерних матеріалів, стійких до біокорозії, базується на принципах конструювання макромолекули шляхом введення в її архітектуру елементів і фрагментів, кооперативна дія яких надає біологічної активності, а також на цілеспрямованому виборі модифікаторів, здатних до хімічної або фізичної взаємодії з фрагментами макроланцюга.

На відміну від традиційних технологій, які пропонують капітальний ремонт або заміну пошкоджених конструкцій і споруд, проведення ремонтних робіт з використанням захисних ПК, створених за вищенаведеними принципами, як поліфункціональних покриттів і просочувальних сполук надасть змогу відновити пошкоджені бетонні, залізобетонні, гранітні та ін. конструкції; забезпечити експлуатацію будівель, споруд і металевих конструкцій за умов динамічних абіотичних і техногенних навантажень; забезпечити після проведення ремонтних робіт гарантовану пролонговану експлуатацію об'єктів. Це свідчить про велику перевагу таких матеріалів над багатьма подібними

як зарубіжного, так і вітчизняного виробництва. До того ж розроблений метод отримання композицій дає змогу надавати їм задані властивості шляхом як функціоналізації полімерної матриці, так і цілеспрямованим застосуванням модифікаторів згідно з вимогами замовника для використання їх на практиці.

На сьогодні ПК, що використовуються для захисту різного типу поверхонь [5], мають хороші показники адгезійної і когезійної міцності та еластичності. Але в них недостатньо висока стійкість до хімічних агентів, відсутня стійкість до УФ-опромінення та біокорозії, що не може забезпечити захист від дії агресивних факторів довкілля.

З огляду на вищесказане нами була поставлена мета розробити поліфункціональні ПК як покриття і просочувальні сполуки для захисту будівель, споруд, різного типу поверхонь від руйнування під дією біотичних, абіотичних і техногенних деструкуючих чинників довкілля. Пропоновані ПК повинні мати високі показники адгезії, водостійкості, термостійкості, стійкості до біокорозії, УФ-опромінення та хімічних агентів при збереженні технологічних властивостей — стабільності властивостей у часі та високої життєздатності.

#### ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Поліуретанову композицію для захисного покриття синтезують взаємодією 2,4(2,6)-толуїлендіізоціанату та металоорганічної сполуки як реакційноздатного металоорганічного модифікатора (РММ) — Ni-металоорганічної сполуки ( $Ni_xL_y$ ), Cu-металоорганічної сполуки ( $Cu_xL_y$ ) або суміші Ni-металоорганічного і Cu-металоорганічного модифікаторів ( $Ni_xL_y + Cu_xL_y$ ) з різним мольним співвідношенням, з подовженням ланцюга поліоксипропіленгліколем ММ1000 та змішуванням в етилацетаті з розгалуженим форполімером на основі толуїлендіізоціанату і триметилпропану (зразки 1, 3, 5, 7, 10) або лінійним поліізоціанатом (ПІЦ) — (зразки 2, 4, 6, 8, 9, 11). Зразки 10,11 як зразки порівняння, одержано за подібною методикою,

але вони не містять реакційноздатного металоорганічного модифікатора.

Випробовування ПК щодо впливу комплексного атмосферного фактора – УФ- і ІЧ-опромінення (сонячне світло), підвищена температура ( $50 \pm 5$  °C) і вологість повітря (96 %) – проводили в кліматичній камері протягом 120 год, що еквівалентно терміну експлуатації в атмосферних умовах протягом 1 року.

Стійкість до біокорозії (грибостійкість) поліуретанових композицій відносно дії найактивніших біодеструкторів – пліснявих грибів родів *Aspergillus*, *Penicillium* та ін. – оцінювали по наявності росту грибів на зразках ПК методами експериментальної мікології згідно з результатами [6–8]. Життєздатність ПК визначали візуально методом спостереження кожної доби до моменту желеутворення. Для цього використовували зразки ПК, отримані з вмістом різних реакційноздатних металоорганічних модифікаторів, які поміщали в хімічні склянки темного кольору з притертими пробками (для забезпечення герметичності) ємністю 150 мл в кількості 120–130 мл композиції. Термостійкість зразків плівок ПК визначали методом термогравиметрії (дериватограф Q-1000,

МОМ, Угорщина). За температуру початку деструкції вважали температуру втрати 1 мас. % ваги. Фізико-механічні властивості, а саме адгезійну міцність, визначали на розривній машині FU-1000 (VEB MWK «Fritz Heckert», Germany) за межею міцності при нормальному відриві ( $P$ ) згідно з [9], когезійні властивості – за межею міцності при розтягу  $\sigma$  та відносне видовження  $\epsilon$  визначали згідно з [10]. Відтворення значень показників перевіряли за результатами більше 5 паралельних випробувань. Дослідження адгезійних властивостей проводили на гостованих сталевих зразках циліндричної форми діаметром 50 мм. Краплю ПК розміщували між двома сталевими зразками, прищліфовували їх і залишали у вертикальному положенні на 30 діб. Зразки плівок ПК для захисного покриття з вмістом РММ для визначення когезійних властивостей одержують таким чином: зразок розчину поліуретану виливають у поліетиленову форму, висують 24 год в сушильній шафі за температури 40 °C, потім 5 год дегазують під вакуумом за температури 30 °C та витримують 24–48 год при кімнатній температурі. Дослідження фізико-механічних властивостей проводились

Таблиця 1

Результати дослідження впливу комплексного атмосферного фактора на поліуретанові композиції

ПК	РММ	Фізико-механічні властивості			
		Когезійна міцність (вихідні зразки поліуретану)		Когезійна міцність поліуретану (кліматична камера)	
		$\sigma$ , МПа	$\epsilon$ , %	$\sigma$ , МПа	$\epsilon$ , %
1	$Ni_xL_y$	41,5	40	41,0	40
2	$Ni_xL_y$	37,0	60	37,0	60
3	$Cu_xL_y$	42,9	40	39,1	30
4	$Cu_xL_y$	38,2	50	30,1	30
5	$Cu_xL_y$	42,5	40	38,6	25
6	$Cu_xL_y$	36,1	64	30,5	30
7	$Ni_xL_y + Cu_xL_y$	46,0	50	46,0	50
8	$Ni_xL_y + Cu_xL_y$	43,5	60	43,6	58
9	$Ni_xL_y + Cu_xL_y$	50,0	59	53,1	50
10	—	40,0	10	30,0	7,3
11	—	20,0	350	10,8	180

на вихідних зразках ПК, на зразках ПК після дії мікодеструкторів (пліснявих грибів) та після випробовувань в кліматичній камері.

Стійкість до дії води, бензину (дизельного палива) та хімічних середовищ (сірчаної, соляної та азотної кислот) визначали згідно з методикою [11].

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Результатами дослідження дії комплексного атмосферного фактора – УФ- і ІЧ-опромінення (сонячне світло), підвищена температура ( $50 \pm 5$  °С) і вологість повітря (96 %) на ПК – встановлено (табл. 1), що зразки ПК із вмістом в своїй структурі Ni-металоорганічного модифікатора ( $Ni_xL_y$ ) та суміші Ni-металоорганічного модифікатора і Cu-металоорганічного модифікатора ( $Ni_xL_y + Cu_xL_y$ ) стійкі до дії УФ- і ІЧ-опромінення, тоді як вихідні зразки та зразки із вмістом Cu-металоорганічного модифікатора ( $Cu_xL_y$ ) дещо втрачають міцність та змінюють колір.

Проведені дослідження стійкості до біокорозії (грибостійкості) показали (табл. 2), що перед початком дослідження на контрольних зразках (10, 11), а також на зразках із вмістом

РММ ( $Ni_xL_y$ ) (1, 2) було відмічено по одній колонії мікодеструкторів (пліснявих грибів) до 1–2 мм в діаметрі, спороносящій, з якої виділяли і ідентифікували *Penicillium cyclospium*. На зразках ПК із вмістом РММ  $Cu_xL_y$  та суміші РММ ( $Ni_xL_y + Cu_xL_y$ ) перед початком дослідження пліснявих грибів виявлено не було (табл. 2).

У результаті досліджень встановлено, що всі зразки ПК із вмістом РММ  $Cu_xL_y$  та ( $Ni_xL_y + Cu_xL_y$ ) мають фунгіцидні властивості. Грибостійкість зразків становить 0 балів у вологій камері, на живильному середовищі без додаткового інфікування і на живильному середовищі з інфікуванням. На зразках поліуретанових композицій, в структурі яких є РММ  $Ni_xL_y$ , не відмічено збільшення колонії, хоча життєздатність гриба зберігалася до кінця дослідження, тобто ПК, модифікована РММ  $Ni_xL_y$ , має фунгістатичні властивості. А на контрольних зразках відмічено збільшення колонії (табл. 2).

У табл. 3 і 4 наведено результати досліджень фізико-механічних властивостей вихідних зразків ПК та зразків ПК після дії біодеструкторів, які показують, що зразки, модифіковані РММ  $Cu_xL_y$  та сумішшю РММ ( $Ni_xL_y + Cu_xL_y$ ),

Таблиця 2

Дослідження стійкості поліуретанових композицій до біокорозії (грибостійкості)

ПК	РММ	Оцінка дії біодеструкторів (грибостійкість, бали)			
		На зразках до початку дослідження	У вологій камері	На живильному середовищі без інфікування	На живильному середовищі з інфікуванням
1	$Ni_xL_y$	1	1	1	1
2	$Ni_xL_y$	1	1	1	1
3	$Cu_xL_y$	0	0	0	0
4	$Cu_xL_y$	0	0	0	0
5	$Cu_xL_y$	0	0	0	0
6	$Cu_xL_y$	0	0	0	0
7	$Ni_xL_y + Cu_xL_y$	0	0	0	0
8	$Ni_xL_y + Cu_xL_y$	0	0	0	0
9	$Ni_xL_y + Cu_xL_y$	0	0	0	0
10	—	1	1	1	2
11	—	1	1	1	2

мають фунгіцидні властивості, а зразки, модифіковані РММ  $Ni_xL_y$ , набувають фунгістатичних властивостей.

У результаті випробовування синтезованих поліфункціональних ПК на стійкість до дії хімічних середовищ (табл. 5) встановлено, що

одержані композиції водо-, масло-, бензостійкі, стійкі до дії дизельного палива, органічних розчинників, розбавлених кислот та лугів.

Дослідження ПК в натурних умовах показали, що всі експериментальні зразки витримали випробування – поверхня полімерного по-

Таблиця 3

Властивості вихідних поліуретанових композицій

ПК	РММ	Фізико-механічні властивості				Термостійкість, °С	Життєздатність, місяць
		Адгезійна міцність, $\sigma$ , МПа		Когезійна міцність			
		Вихідна ПК, сталь–сталь, 30 діб	Після витримки у воді, сталь–сталь, 30 діб	$\sigma$ , МПа	$\epsilon$ , %		
1	$Ni_xL_y$	33,6	32,5	41,5	40	250	$\geq 10$
2	$Ni_xL_y$	20,8	18,2	37,0	60	232	$\geq 10$
3	$Cu_xL_y$	35,0	32,5	42,9	40	260	$\geq 10$
4	$Cu_xL_y$	20,3	17,9	38,2	50	240	$\geq 10$
5	$Cu_xL_y$	35,0	32,5	42,5	40	260	$\geq 10$
6	$Cu_xL_y$	20,1	17,5	36,1	61	230	$\geq 10$
7	$Ni_xL_y + Cu_xL_y$	36,0	32,4	46,0	50	265	$\geq 10$
8	$Ni_xL_y + Cu_xL_y$	24,5	22,5	43,5	58	270	$\geq 10$
9	$Ni_xL_y + Cu_xL_y$	36,6	26,7	50,0	50	270	$\geq 10$
10	—	30,0	28,0	40,0	10	180	10
11	—	17,0	14,0	20,0	350	175	10

Таблиця 4

Властивості поліуретанових композицій після дії біодеструкторів (грибостійкість)

ПК	РММ	Фізико-механічні властивості після дії біодеструкторів				Термостійкість, °С	Життєздатність у часі, місяць
		Адгезійна міцність, $\sigma$ , МПа		Когезійна міцність			
		Вихідна ПК, сталь–сталь, 30 діб	Після витримки у воді, сталь–сталь, 30 діб	$\sigma$ , МПа	$\epsilon$ , %		
1	$Ni_xL_y$	33,6	32,5	41,5	40	255	$\geq 10$
2	$Ni_xL_y$	20,8	18,2	37,0	60	232	$\geq 10$
3	$Cu_xL_y$	35,0	32,5	42,9	40	260	$\geq 10$
4	$Cu_xL_y$	20,3	17,9	38,2	50	240	$\geq 10$
5	$Cu_xL_y$	35,0	32,5	42,5	40	260	$\geq 10$
6	$Cu_xL_y$	20,1	17,5	36,1	61	230	$\geq 10$
7	$Ni_xL_y + Cu_xL_y$	36,0	32,4	46,0	50	265	$\geq 10$
8	$Ni_xL_y + Cu_xL_y$	24,5	22,5	43,5	58	270	$\geq 10$
9	$Ni_xL_y + Cu_xL_y$	36,6	26,7	50,0	50	270	$\geq 10$
10	—	30,0	28,0	40,0	10	175	10
11	—	17,0	14,0	20,0	350	180	10

Результати дослідження стійкості поліуретанових композицій до дії хімічних агентів

ПК	РММ	Приріст ваги зразків поліуретанових композицій при витримці в хімічних агентах протягом 240 год									
		Вода	Автомоб. масло	Бензин	Дизельне паливо	Етилацетат	Бензол	20%-й розчин HCL	20%-й розчин H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	20%-й розчин HNO <sub>3</sub>	20%-й розчин NaOH
1	Ni <sub>x</sub> L <sub>y</sub>	1,0	1,16	0,5	4,0	0,9	1,1	1,0	0,8	17,7	0,5
2	Ni <sub>x</sub> L <sub>y</sub>	1,5	2,1	2,1	5,0	4,0	4,4	8,1	1,0	23,1	0,6
3	Cu <sub>x</sub> L <sub>y</sub>	1,47	1,1	0,6	4,9	0,9	1,2	1,5	0,6	21,8	0,67
4	Cu <sub>x</sub> L <sub>y</sub>	0,58	2,5	2,75	5,3	4,5	3,0	6,4	1,4	9,8	0,7
5	Cu <sub>x</sub> L <sub>y</sub>	1,5	1,2	0,6	4,2	1,65	3,3	1,0	1,0	23,0	0,5
6	Cu <sub>x</sub> L <sub>y</sub>	1,1	1,2	2,85	1,2	4,0	4,4	5,5	0,85	22,0	0,9
7	Ni <sub>x</sub> L <sub>y</sub> +Cu <sub>x</sub> L <sub>y</sub>	1,1	1,3	0,56	3,0	4,0	4,0	1,1	1,1	25,0	0,9
8	Ni <sub>x</sub> L <sub>y</sub> +Cu <sub>x</sub> L <sub>y</sub>	1,48	1,1	2,5	3,0	4,0	4,0	1,6	1,14	17,0	0,9
9	Ni <sub>x</sub> L <sub>y</sub> +Cu <sub>x</sub> L <sub>y</sub>	1,5	0,7	2,56	3,0	4,0	4,1	2,2	1,15	16,0	0,85
10	—	1,03	0,57	0,5	5,85	7,0	1,1	1,0	1,1	6,4	0,5
11	—	1,6	4,1	5,6	12,0	7,0	4,6	18,5	1,1	16,6	0,85

криття на всіх зразках не пошкоджувалася, колір та зовнішній вигляд не змінювався, покриття не відшарувалося від матеріалу зразка, в той час як зворотний бік металевих пластин, які не були захищені полімерним матеріалом, покривався шаром іржі (див. рисунок).

### ВИСНОВКИ

Створено ПК як поліфункціональні захисні матеріали, що можуть виконувати функції покриття, просочувальних або зв'язуючих сполук. Поліуретанові композиції мають високі показники адгезії, а матеріали на їх основі — водостійкі та стійкі до дії агресивних біотичних техногенних факторів біокорозії (грибостійкість, УФ-опромінення, хімічні агенти). Зразки ПК, що не містять у своєму складі реакційноздатного металоорганічного модифікатора, такими показниками не володіють.

Вбудування активних сполук у макроланцюг полімера унеможлиблює їхню дифузію на поверхню матеріалу з подальшим їхнім видаленням і, таким чином, пролонгує захисні функції покриття, що є перевагою цих ПК перед подібними матеріалами як зарубіжного, так і вітчизняного виробництва.

Поліуретанові композиції характеризуються високими технологічними показниками — стабільністю властивостей у часі та високою життєздатністю їхніх розчинів (не менше 10 місяців). Створені ПК захищені п'ятьма патентами України на винахід.

Використання поліуретанових композицій як захисного покриття визначається умовами експлуатації — при переважному біонавантаженні потрібні покриття, що містять Cu-металоорганічний модифікатор. При застосуванні композицій в умовах інтенсивного сонячного опромінення потрібні Ni-вмісні поліуретанові композиції. Оптимальним варіантом є ПК з наявністю Cu- та Ni-металоорганічними модифікаторами одночасно.

Розроблені ПК рекомендуються як захисні, просочувальні або зв'язуючі матеріали на об'єктах будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства, інфраструктури, в хімічній та харчовій промисловості.

Технічними та економічними перевагами створених захисних матеріалів є збереження експлуатаційних властивостей, подовження безремонтного терміну експлуатації металевих, дерев'яних, цегляних та бетонних конструкцій

і споруд. Високий рівень стійкості поліуретанового композиційного матеріалу та повна конверсія вихідних реагентів за розробленою технологією обумовлює доцільність його використання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лебедев Е.В., Савельев Ю.В., Коляда В.М. Функциональные полимеры та композиційні матеріали на їх основі для будівництва // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка. — 2011. — Выпуск 42. — С. 76–80.
2. Лебедев Е.В., Савельев Ю.В. Полимеры, що протидіють атаці мікроорганізмів // Вісник НАН України. — 2008. — № 10. — С. 16–22
3. Саундерс Дж.Х., Фриш К.К. Химия полиуретанов. — М.: Химия, 1968. — 470 с.
4. Savelyev Yu.V. Polyurethanes with metal chelate fragments in the backbone and Polyurethanes and coordination metal compounds based nanostructured systems // In Book: New Smart Materials via Metal Mediated macromolecular Engineering: from Complex to Nano- Structures / Ed. by E.Khosravi, Yu.Yugci and Yu.Savelyev. — Springer. NATO Science Series — A: Biology and Chemistry. — 2009. — P. 393–407.
5. А.с. № 1274285 СССР, МКИ С 08 G 18/06, С 09 J 3 / 16. Способ получения однокомпонентного клея // Р.А. Веселовский, А.А. Дегтярева, Л.А. Марковская. Опубл. 1984.
6. Методы экспериментальной микологии. Справочник. — К.: Наук. думка, 1989. — 540 с.
7. ГОСТ 9. 048–9.053-75 (91). Материалы и изделия. Методы испытания на микробиологическую устойчивость.
8. ГОСТ 9.049-91.ЕСЗКС. Материалы полимерные и их компоненты. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов.
9. ГОСТ 14760–69. Клеи. Метод определения прочности при отрыве. — М.: Государственный комитет СССР по стандартам (переиздано), 1986. — 5 с.
10. ГОСТ 14236–81. Пленки полимерные. Метод испытания на растяжение. — М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1981. — 8 с.
11. ГОСТ 12020–72. Пластмассы. Методы определения стойкости к действию химических сред. — М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1972. — 13 с.

Ю.В. Савельев, Л.А. Марковская,  
Л.П. Робота, Н.И. Пархоменко, О.О. Савельева

**ПОЛИУРЕТАНОВЫЕ  
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКРЫТИЯ  
ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАЗНОГО ТИПА ПОВЕРХНОСТЕЙ  
ОТ ДЕЙСТВИЯ АГРЕССИВНЫХ ФАКТОРОВ  
ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ**

Созданы полиуретановые композиции как полифункциональные защитные материалы, которые могут выполнять функции покрытий, пропиточных или связующих материалов. Полиуретановые композиции имеют высокие показатели адгезии, а материалы на их основе водостойкие и стойкие к действию агрессивных биотических (абиотических) и техногенных факторов (биокоррозии, УФ-облучению, химических агентов). Встраивание активных соединений в макроцепь полимера способствует пролонгированию защитных функций предлагаемых материалов, что является их преимуществом перед уже существующими.

*Ключевые слова:* полиуретановое покрытие, защита, полифункциональность, биотические, абиотические и техногенные факторы, стойкость.

U.V. Savelyev, L.A. Markovska,  
L.P. Robota, N.I. Parkhomenko, O.O. Savelyeva

**POLYURETHANE FUNCTIONAL  
COATINGS FOR PROTECTION  
OF DIFFERENT SURFACES FROM AGGRESSIVE  
ENVIRONMENTAL FACTORS**

New polyurethane compositions (PC) as multifunctional protective materials that can serve as coatings or binders or impregnating materials have been created. PC have high adhesion values and the PC-based materials are waterproof and resistant to aggressive biotic (abiotic) and technogenic factors (biocorrosion, UV radiation, chemical agents). Putting active compounds into the polymer macrochain prolongs the protection functions of the materials. This is their advantage to existing materials.

*Key words:* Polyurethane coating, protection, polyfunctionality, biotic (abiotic) and technogenic factors, stability.

Стаття надійшла до редакції 24.12.13