



<https://doi.org/10.15407/polymerj.48.01.022>

УДК 541.64:678.02

Людмила МАРКОВСЬКА

ORCID: 0000-0003-3427-9786

Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України

48, Харківське шосе, Київ, 02155, Україна

E-mail: lmarkovskaya@ukr.net

Наталія ПАРХОМЕНКО

ORCID: 0000-0001-7481-9113

Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України

48, Харківське шосе, Київ, 02155, Україна

Ольга САВЕЛЬЄВА

ORCID: 0000-0002-3167-8493

Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України

48, Харківське шосе, Київ, 02155, Україна

Юрій САВЕЛЬЄВ

ORCID: 0000-0003-3356-9087

Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України

48, Харківське шосе, Київ, 02155, Україна

E-mail: yuri2savelyev@gmail.com

ПОЛІУРЕТАНИ РОЗГАЛУЖЕНОЇ БУДОВИ НА ОСНОВІ ПРИРОДНОПОНОВЛЮВАНОЇ СИРОВИНИ: СТРУКТУРА ТА ВЛАСТИВОСТІ

Створені полімерні композиції на основі поліуретанів розгалуженої будови з використанням поновлюваної сировини природного походження, зокрема рицинової олії (РО), при збереженні притаманних поліуретанам експлуатаційних характеристик. Розроблений спосіб отримання сприятиме підвищенню економічності та екологічності процесу створення таких матеріалів. Введення від 25 до 64 мас.% РО, як фрагмента макроланцюга у структуру РПУ, збільшує адгезійну/когезійну міцність РПУ/РО; сприяє збереженню показників фізико-механічних та експлуатаційних властивостей РПУ/РО за умов комплексного сукупного атмосферного навантаження (УФ- і ІЧ-опромінювання, тривала підвищена температура та вологість); змінює характер термоокиснювальної деградації, що свідчить про стабілізуючий вплив РО на стійкість до цієї деструктивної дії; надає РПУ/РО ознаки грибостійкості, водо-, масло-, бензостійкості та стійкості до дії дизельного пального, органічних розчинників, розведених кислот і лугів. Матеріали цільового призначення з поліпшеними властивостями. можна отримати варіюванням будови та складу РПУ/РО. Створені матеріали можна застосовувати як захисні покриття різних об'єктів за умов адаптації до доступної сировинної бази. Здатність РПУ/РО до тривалого комплексного захисту матеріалів, конструкцій та об'єктів інфраструктури гарантуватиме їх надійну та пролонговану експлуатацію.

Ключові слова: розгалужені поліуретани, поновлювана сировина, адгезія, а(біотичні) деструктори, бар'єрні властивості.

Цитування: Марковська Л., Пархоменко Н., Савельєва О., Савельєв Ю. Поліуретани розгалуженої структури на основі природнопоновлюваної сировини: структура та властивості. *Полімерний журнал*. 2026. **48**, № 1. С. 22—29. <https://doi.org/10.15407/polymerj.48.01.022>

© Publisher PH "Akademperiodyka" of the NAS of Ukraine, 2026. This is an open access article distributed under the [CC BY-ND 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/) licence

Вступ

Вирішенням проблем передчасного фізичного зносу капітальних будівель і споруд, об'єктів інфраструктури, металевих і залізобетонних конструкцій, що відбувається під дією агресивного середовища природного й техногенного походження, є принцип використання ефективних, довговічних та економічних поліуретанових композиційних матеріалів зі спеціальними поліфункціональними покриттями і просочувальними складів для подовження експлуатаційного ресурсу нових та існуючих споруд і конструкцій [1–5].

Використання поновлюваної сировини природного походження сприяє підвищенню економічності процесу створення полімерних матеріалів (ПМ) при збереженні технологічних і експлуатаційних властивостей отриманих поліуретанових композицій. Застосування натуральних олій, зокрема рицинової, у створенні поліуретанових композицій на основі полімерів розгалуженої будови дає змогу регулювати властивості кінцевого полімеру відповідно до заданих потреб, а саме — створити нові технології захисту від корозії поверхонь різного типу й технології ремонтно-відновлювальних робіт споруд і конструкцій, які експлуатують за умов дії агресивних факторів техногенного (водні, лужні, слабкокислі, сольові, органічні середовища) та природного походження (атмосферні фактори, біодеструктори) [6–9].

Тому метою роботи є розроблення способу отримання розгалужених поліуретанів на основі поновлюваної сировини природного походження при збереженні притаманних поліуретанам експлуатаційних властивостей. Синтезовані сполуки сприятимуть підвищенню економічності та екологічності процесу створення ПМ і забезпечуватимуть тривалий комплексний захист матеріалів, конструкцій та об'єктів інфраструктури від руйнівної дії техногенних, абіотичних, біотичних чинників і надійну та пролонговану їх експлуатацію.

Експериментальна частина

Матеріали. Синтез розгалужених поліуретанів (РПУ) на основі поновлюваної сировини природного походження проводили взаємодією 2,4(2,6)-толуїлендіізоціанату (ТДІ) (80:20, Sigma-Aldrich) з рициновою олією (РО, Індія)

за мольного співвідношення 3:1 в етилацетаті та з подовженням ланцюга поліетером Л-1000, олігооксипропіленгліколом ММ 1000 (Merck) за масового співвідношення 40 і 80 мас.%

Отримано розгалужені поліуретани РПУ/РО_{вих}, РПУ/РО/Л-1000₄₀, РПУ/РО/Л-1000₈₀ за вмісту рицинової олії 64, 32 і 25 мас.% відповідно.

Як об'єкт порівняння, що не містив рослинної олії, використовували лінійний поліуретан ПУ/Л-1000 (ЛПУ) на основі синтетичного поліетеру Л-1000 і 2,4(2,6)-толуїлендіізоціанату, синтезований за мольного співвідношення ТДІ:Л-1000 = 2:1 (1). Як інший об'єкт порівняння використовували розгалужений поліуретан РПУ_{70/30} — суміш поліуретанів РПУ і ЛПУ за масового співвідношення РПУ:ЛПУ = 70:30. Розгалужений поліуретан РПУ_{70/30} отримували синтезом прекурсора — продукту взаємодії ТДІ та триметилпропану (Укрхімлаборреактив) за мольного співвідношення 3:1 відповідно, з додаванням подовжувача ланцюга (олігооксипропіленгліколю ММ 1000 (Л-1000)) і додавали ЛПУ.

Методи досліджень. Фізико-механічні властивості, а саме адгезійну міцність, визначали на розривній машині FU-1000 (VEB MWK “Fritz Heckert”, Germany) за межею міцності при нормальному відриві (Р) згідно з чинною нормативною документацією; когезійні властивості — за межею міцності при розтязі (σ) і відносне видовження (ϵ) визначали згідно з чинною нормативною документацією. Відтворення значень показників перевіряли за результатами понад 5 паралельних випробувань. Адгезійні властивості досліджували на стандартизованих сталевих зразках циліндричної форми діаметром 50 мм. Краплю поліуретанової композиції на основі рицинової олії РПУ/РО розміщували між двома сталевими зразками, пришлифовували їх і залишали у вертикальному положенні на 30 діб. Зразки плівок РПУ/РО та з подовженням ланцюга для визначення когезійних властивостей отримували таким чином: зразки розчину РПУ/РО виливали на поліетиленову форму, сушили 24 год у сушильній шафі за температури 40 °С, потім 5 год дегазували під вакуумом за температури 30 °С та витримували 24–48 год за кімнатної температури.

Життєздатність РПУ/РО визначали візуально методом спостереження щодоби до

желеутворення. Для цього 120—130 мл РПУ/РО поміщали для забезпечення герметичності в хімічні склянки темного кольору з притертими пробками ємністю 150 мл.

Паропроникність і вологопоглинання визначали згідно з чинною нормативною документацією. Паропроникність — здатність матеріалу пропускати водяну пару під впливом різниці парціального тиску по обидва боки матеріалу, визначали гравіметричним методом. Вологопоглинання визначали ваговим (вологим) методом за кількістю вологи, яка затримується в зразку при визначенні паропроникності.

Випробовування розгалужених поліуретанів на основі поновлюваної сировини природного походження щодо впливу комплексного атмосферного фактора — УФ- та ІЧ-опромінення (сонячне світло), підвищена температура (50 ± 5 °С) і вологість повітря (96 %) проводили в кліматичній камері протягом 120 год, що еквівалентно терміну експлуатації за атмосферних умов протягом 1 року.

Звичайними методами експериментальної мікології встановлено природну контамінацію на зразках РПУ/РО_{вих} за різного вмісту Л-1000 і відношення мікодеструкторів (пліснявих грибів) до вологості повітря та вологості субстрату [10], а також досліджено дію мікодеструкторів на РПУ/РО згідно з чинною нормативною документацією та ISO 22196. Випробовування виконували таким чином: зразки поліуретану РПУ/РО у вигляді плівок і дисків (з плівок) витримували у вологій камері (до 87 % відн., $T = 27$ °С) та розміщували на живильному середовищі «Сабуро» без додаткового інфікування і з інфікуванням. Фунгіцидність/грибостійкість оцінювали за ростом грибів на зразках (бали) та за збереженням основних фізико-механічних властивостей матеріалів після біотестів.

Стійкість до дії абіотичних деструкторів визначали згідно з чинною нормативною документацією з використанням дистильованої ($H_2O_{\text{дист}}$) і морської води ($H_2O_{\text{морс}}$), етилацетату, дизельного пального, авіабензину, 20%-вих розчинів H_2SO_4 та КОН.

Стійкість зразків РПУ/РО_{вих}, РПУ/РО/Л-1000₄₀ і РПУ/РО/Л-1000₈₀ до термоокиснювальної деструкції визначали за температурними і термогравіметричними характеристиками, отриманими в ході диференційного термогравіметричного

аналізу на дериватографі системи Paulik-Paulik-Erdey (дериватограф Q-1000, МОМ Угорщина) в атмосфері повітря за швидкості нагрівання 10 °С/хв в інтервалі температур $T_{\text{кімн}}$ — 800 °С. За температуру початку деструкції брали температуру втрати 5 % ваги.

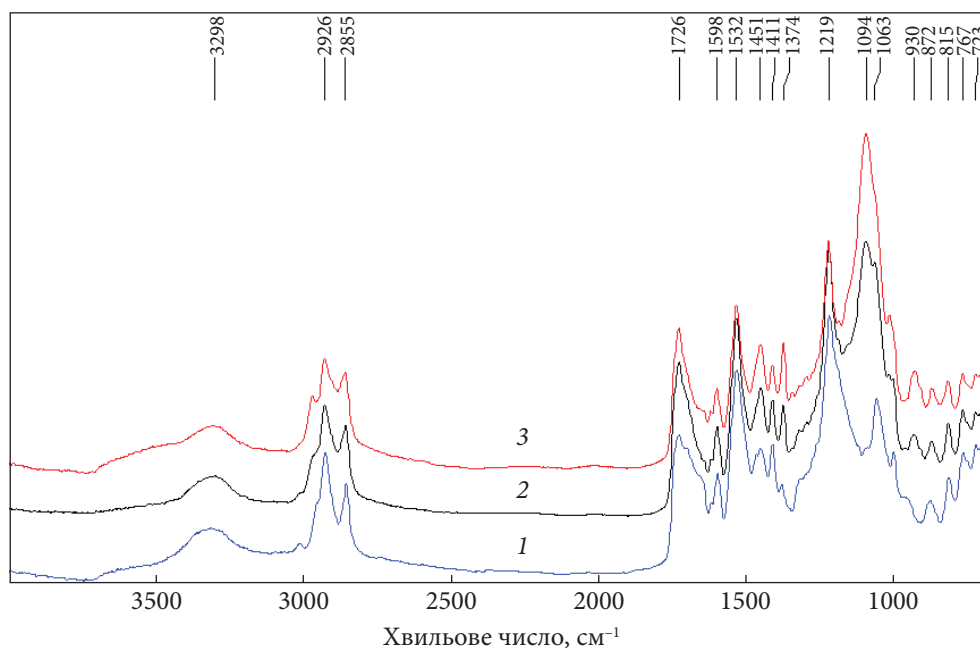
Із застосуванням інфрачервоного спектрометра з перетворенням Фур'є «Тензор-37» (FT-IR-Spectrometer “Tensor-37”) методом інфрачервоної (ІЧ) спектроскопії досліджено будову зразків РПУ/РО_{вих}, РПУ/РО/Л-1000₄₀ і РПУ/РО/Л-1000₈₀.

Результати дослідження та їх обговорення

Будову зразків розгалужених поліуретанів на основі поновлюваної сировини природного походження встановлено з ІЧ-спектрів (рисунок). У спектрі РПУ/РО складна смуга амід І (валентні коливання $C=O$) містила 3 смуги — 1727 , 1703 і 1656 cm^{-1} (рисунок, крива 1). У спектрі РПУ/РО/Л-1000₄₀ (рисунок, крива 2) інтенсивність смуги 1703 cm^{-1} зменшується, а у спектрі РПУ/РО/Л-1000₈₀ смуга 1703 cm^{-1} дуже слабка (рисунок, крива 3). Смугу 1656 cm^{-1} валентних коливань $C=O$ сечовинних груп у спектрі РПУ/РО/Л-1000₄₀ спостерігали, а у спектрі РПУ/РО/Л-1000₈₀ її майже немає. Смуга амід ІІ (деформаційні коливання NH -груп) не зазнає змін у всіх спектрах. У діапазоні 1000 — 1200 cm^{-1} (валентні коливання $C-O-C$ зв'язку уретанової й олігоетерної груп) у спектрі РПУ/РО/Л-1000₈₀ спостерігали широку смугу з максимумом 1095 cm^{-1} , у спектрі РПУ/РО/Л-1000₄₀ інтенсивність удвічі менша, а у спектрі РПУ/РО олігоетерної смуги немає.

Результати дослідження фізико-механічних властивостей РПУ на основі РО, подані в табл. 1, свідчать, що введення від 32 до 64 мас.% РО у структуру поліуретанового матеріалу (РПУ/РО) підвищує його адгезійну та когезійну міцність щодо об'єктів порівняння лінійної структури ПУ/Л-1000 (1) і розгалуженої структури РПУ_{70/30} (2): адгезійну — з $17,0$ до $37,5$ (1) і з $36,5$ до $37,5$ (2) та когезійну — з $20,0$ до $43,2$ (1) і з $40,6$ до $43,2$ (2) МПа відповідно.

Водночас паропроникність РПУ/РО за вмісту РО 64 мас.% зменшується на $44,4$ і $28,6$ %, а термостійкість підвищується на $\geq 36,1$ і $6,5$ % відносно зразків порівняння (1 і 2). Це є наслідком



ІЧ-спектри РПУ на основі рицинової олії: 1 — РПУ/РО; 2 — РПУ/РО/Л-1000(40 %); 3 — РПУ/РО/Л-1000(80 %)

більш упорядкованої (щільнішої) упаковки макромолекул, на що вказує підвищення густини плівкових зразків від 1,12 до 1,96 г/см³.

Ущільнення упаковки спричиняє зниження коефіцієнта проникності [11], що сприяє посиленню бар'єрних властивостей поліуретанової матриці — зменшенню дифузії водяної пари та кисню в об'єм полімерного матеріалу.

Результати дослідження впливу комплексного атмосферного фактора на показники фізико-механічних властивостей РПУ/РО вказують на істотне підвищення стійкості систем, що мають у своєму складі РО, щодо полімерів порівняння лінійної структури (табл. 2): вони зберігають когезійну міцність на 73,3—73,8 %, натомість ПУ/Л-1000 — на 54,0 %. Полімери розгалуженої будови РПУ_{70/30} трохи краще зберігають свої властивості.

Кількісні показники фізико-механічних та експлуатаційних властивостей полімерних матеріалів і деяке поглиблення кольору плівкових матеріалів свідчать лише про початок детеріорації, про деградацію не йдеться. Тобто ці матеріали можуть виконувати функцію покриттів після витримування у клімакамері за умов тривалого комплексного сукупного навантаження: УФ- і ІЧ-опромінювання, підвищена температура й вологість.

Дослідження фунгіцидних/грибостійких властивостей РПУ/РО і РПУ_{70/30} на основі суміші розгалуженого й лінійного поліуретанів РПУ_{70/30} (табл. 3) показали, що перед початком дослідження на всіх зразках було зафіксовано по одній спороносній колонії мікодеструкторів (пліснявих грибів) діаметром до 1—2 мм, з якої виділяли й ідентифікували *Penicilium cyclospium*, а на живильному середовищі з інфікуванням на всіх зразках відбувається незначне збільшення колонії (табл. 3), тобто досліджувані поліуретанові матеріали мають фунгістатичні властивості.

Показники фізико-механічних властивостей цих систем до та після дії мікодеструкторів (табл. 4) показали, що після дії мікодеструкторів вони зберігають достатньо високі значення фізико-механічних властивостей на рівні 70—84 %, тобто вони мають ознаки грибостійких полімерів.

Результати дослідження стійкості створених поліуретанових матеріалів до дії хімічних середовищ наведено у табл. 5.

Проведеними дослідженнями встановлено, що при введенні природнопоновлюваної сировини у структуру поліуретанів властива цим матеріалам стійкість до дії деструкторів зберігається, а в деяких випадках, зокрема

Таблиця 1. Фізико-механічні властивості РПУ/РО на основі природнопоновлюваної сировини для захисту поверхонь різного типу від руйнування під дією різних агресивних деструктувальних чинників

ПУ	Вміст РО, %	Адгезійна міцність (σ), МПа	Когезійна міцність		Густина, г/см ³	Паропроникність (Pi), мг/см ² год	Вологопоглинання, %	Термостійкість, °С	Життєздатність, міс.
			σ, МПа	ε, %					
РПУ/РО	64	37,5	43,2	128	1,96	0,50	1,18	245	> 10
РПУ/РО/Л-1000(40%)	32	27,2	30,0	210	1,165	0,90	1,50	245	> 10
РПУ/РО/Л-1000(80%)	25	10,7	20,5	250	1,136	1,160	1,80	250	> 10
ПУ/Л-1000	—	17,0	20,0	400	1,120	0,90	1,60	180	> 10
РПУ _{70/30}	—	36,5	40,6	200	1,140	0,70	1,20	230	> 10

Таблиця 2. Результати дослідження впливу комплексного атмосферного фактора на фізико-механічні властивості РПУ/РО

ПУ	Фізико-механічні властивості			
	когезійна міцність вихідних зразків		когезійна міцність зразків після клімакамери %	
	σ, МПа	ε, %	σ, МПа	ε, %
РПУ/РО	43,2	128	32,3/74,8*	80/44,4*
РПУ/РО/Л-1000(40%)	30,0	210	22,0/73,3	180/85,7
РПУ/РО/Л-1000(80%)	20,5	250	15,0/73,2	194/77,6
ПУ/Л-1000	20,0	400	10,8/54,0	180/45,0
РПУ _{70/30}	40,6	200	32,6/80,3	160/80,0

* Відсоток збереження властивостей.

Таблиця 3. Результати дослідження фунгіцидності/грибостійкості РПУ на основі природнопоновлюваної сировини

ПУ	Оцінка дії мікодеструкторів (ріст грибів, бали)			
	на зразках до початку досліді	у вологій камері	На живильному середовищі	
			без інфікування	з інфікуванням
РПУ/РО	1	1	1	2
РПУ/РО/Л-1000 (40%)	1	1	1	2
РПУ/РО/Л-1000 (80%)	1	1	1	2
ПУ/Л-1000	1	2	2	2
РПУ _{70/30}	1	2	2	2

Таблиця 4. Фізико-механічні властивості РПУ/РО до та після дії пліснявих грибів

ПУ	Фізико-механічні властивості			
	когезійна міцність вихідних зразків		когезійна міцність після дії мікодеструкторів	
	σ, МПа	ε, %	σ, МПа	ε, %
РПУ/РО	42,2	128	35,4/83,9*	92/71,9*
РПУ/РО/Л-1000(40%)	30,0	210	24,0/80,0	165/78,6
РПУ/РО/Л-1000(80%)	20,5	250	14,0/68,3	180/72,0
ПУ/Л-1000	20,0	400	11,0/55,0	200/50,0
РПУ _{70/30}	40,0	200	33,4/83,5	15/7,5

* Відсоток збереження властивостей

Таблиця 5. Дослідження стійкості РПУ/РО до дії хімічних середовищ

ПУ-	Збільшення (зменшення) ваги зразків ПУМ на основі природнопоновлюваної сировини при дії хімічних агентів протягом 90 діб, %						
	H ₂ O _{дист}	H ₂ O _{морс.}	Етил-ацетат (ЕА)	Дизельне пальне (ДП)	Авіа-бензин (АБ)	20%-вий розчин H ₂ SO ₄	20%-вий розчин КОН
РПУ/РО	1,20	1,80	0,01	0,42	0,50	1,30	0,06
РПУ/РО/Л-1000(40%)	1,40	2,21	0,10	0,66	1,00	1,50	0,10
РПУ/РО/Л-1000(80%)	1,80	3,42	0,21	1,12	2,10	1,90	0,15
ПУ/Л-1000	1,60	1,80	7,00	12,00	5,60	1,00	0,75
РПУ _{70/30}	0,20	0,23	0,05	0,40	2,60	0,77	0,20

до дії бензину, дизельного пального й органічного розчинника, їхня стійкість істотно зростає (табл. 5).

Введення природнопоновлюваної сировини в структуру поліуретанових матеріалів як частини поліольної основи впливає на характер термоокиснювальної деструкції цих систем. Встановлено, що введення РО в ПУ матрицю підвищує температуру початку деструкції на 15—20 °С щодо вихідної матриці, практично не змінюючи характер кривих диференціального термогравіметричного аналізу і уповільнюючи процес розкладання лише в температурному інтервалі 350—470 °С. Температура максимальної швидкості розкладання зсувається на 20 °С у бік вищих температур до 430 °С. Розкладання відбувається з виділенням великої кількості теплової енергії, про що свідчить значно інтенсивніший, порівняно з ПУ матрицею, пік ДТА за $T = 400$ °С. Отже можна говорити про стабілізуювальний вплив РО.

Висновки

1. Розроблено спосіб отримання розгалужених поліуретанів на основі поновлюваної сировини природного походження при збереженні, а в деяких випадках поліпшенні властивих поліуретанам експлуатаційних характеристик, що підвищує економічний та екологічний аспекти їх отримання.

2. Використання натуральних олій, зокрема рицинової, як фрагмента макроланцюга при синтезі розгалужених поліуретанів (РПУ/РО) дає змогу регулювати властивості кінцевого полімеру відповідно до заданих потреб. Введення до 64 % мас. РО у структуру РПУ:

- підвищує адгезійну міцність РПУ/РО щодо об'єктів порівняння з 17,0/36,5 (лінійна струк-

тура/ розгалужена структура) до 37,5 МПа, та когезійну міцність з 20,0 /40,6 до 43,2 МПа відповідно;

- сприяє збереженню показників фізико-механічних та експлуатаційних властивостей РПУ/РО за умов комплексного сукупного навантаження: УФ- і ІЧ-опромінювання, тривала підвищена температура та вологість; отже ці матеріали можуть виконувати функцію покриттів;

- змінює характер термоокиснювальної деструкції: температура максимальної швидкості розкладання зсувається на 20 °С у бік вищих температур до 430 °С, що свідчить про стабілізуювальний вплив РО на стійкість до термоокиснювальної деструкції РПУ;

- додає РПУ/РО ознаки грибостійких полімерів, про що свідчать показники фізико-механічних властивостей до та після дії мікоде-структорів;

- зберігає та в окремих випадках істотно підвищує водо-, масло-, бензостійкість, стійкість до дії дизельного пального, органічних розчинників, розведених кислот і лугів залежно від структури/складу РПУ/РО.

3. Отже розроблено спосіб отримання на основі природнопоновлюваної сировини розгалужених поліуретанів, які характеризуються загалом високими фізико-механічними властивостями та стійкістю до дії (а) біотичних і техногенних деструктувальних факторів, притаманними традиційним поліуретанам. Варіюючи структуру та склад, можна отримати матеріали цільового призначення з поліпшеними властивостями. Їх можна застосовувати як захисні покриття різних об'єктів за умов адаптації до доступної сировинної бази; здатність до тривалого комплексного

захисту матеріалів, конструкцій та об'єктів інфраструктури гарантуватиме їх надійну та пролонговану експлуатацію.

Внесок авторів

Ця стаття була написана за участю всіх авторів. Усі автори затвердили остаточну версію рукопису.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Доступність даних

Дані, що підтверджують висновки цього дослідження, можна отримати у відповідального автора за обґрунтованим запитом.

REFERERNCES

1. Lebedev E.V., Savelyev Yu.V. Polymers on guard of people health. *Visn. Nac. Akad. Nauk Ukr.*, 2008, 10: 16—22. <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/3442>.
2. Lebedev E.V., Savelyev Yu.V., Kolyada V.M. Functional polymers and composite materials based on them for building construction Budivelni materialy, vyroby i sanitarna tehnika. 2011, **42**: 76—80. nbuv.gov.ua/UJRN/bmvs_2012_42_76.
3. Patent UA 85111. IPC C08L75/04, C08L75/06, C08L75/08. Polyurethane composition. Yu.V. Savelyev, Markovska L.A., Parkhomenko N.I., Savelyeva O.O. Publ. 11.11.2013, Bul 21.
4. Patent UA 105706. IPC C08L75/00, C08L75/06, C08L75/08 Process for the preparation of polyurethane composition. Savelyev Yu.V., Markovska L.A., Parkhomenko N.I., Savelyeva O.O. Publ. 10.06.2014, Bul. 11.
5. Patent UA 90678. IPC C08J3/00, C08J3/20, C08K5/500, C08L75/00, C08L75/08. Process for the preparation of polyurethane composition for protective coating. Savelyev Yu.V., Markovska L.A., Parkhomenko N.I., Savelyeva O.O. Publ. 10.06.2014, Bul. 11.
6. Zhang Y., Dong H., Yang W., Lu H., Wei C., Yang W. Recent progress on bio-based polyurethanes: Synthesis, structure and cutting-edge applications. *Mater. Today Commun.*, 2025, **45**, 112279. <https://doi.org/10.1016/j.mt-comm.2025.112279>.
7. Piotrowska A., Paciorec-Sadowska J., Łazarska M., Borowicz M., Isbrandt M. Current progress in synthesis of polyurethane materials based on raw materials of non-petrochemical origin. *Eur. Polym. J.*, 2025, 234, 114028 <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2025.114028>.
8. Sangeetha N. J., Retna A. M., Joy Y. J., Sophia A. A review on advanced methods of polyurethane synthesis based on natural resources. *J. Chem. Pharm. Sci.*, 2014, 7, 242—249.
9. Ma Y., Xiao Y., Zhao Y., Bei Y., Hu L., Zhou Y., Jia, P. Biomass based polyols and biomass based polyurethane materials as a route towards sustainability. *React. and Funct. Polym.*, 2022, **175**, 105285. <https://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2022.105285>.
10. Methods of experimental mycology. *Spravochnik. K.: Nauk. dumka*, 1989: 540.
11. Biron M. (2004). Chapter 3—Basic criteria for the selection of thermosets. *Thermosets and Composites; Biron, M., Ed.; Elsevier Science: Oxford, UK*, 145—181. <https://doi.org/10.1016/B978-185617411-4/50005-X>.

Received 04.02.2026

Accepted 17.02.2026

Published 31.03.2026

Liudmyla Markovska

ORCID:0000-0003-3427-9786

Institute of Macromolecular Chemistry, NAS of Ukraine

48, Kharkivske Highway, Kyiv, 02155, Ukraine

Nataliia Parkhomenko

ORCID:0000-0001-7481-9113

Institute of Macromolecular Chemistry, NAS of Ukraine

48, Kharkivske Highway, Kyiv, 02155, Ukraine

Olga Savelyeva

ORCID:0000-0002-3167-8493

Institute of Macromolecular Chemistry, NAS of Ukraine

48, Kharkivske Highway, Kyiv, 02155, Ukraine

Yuri Savelyev

ORCID:0000-0003-3356-9087

Institute of Macromolecular Chemistry, NAS of Ukraine

48, Kharkivske Highway, Kyiv, 02155, Ukraine

BRANCHED POLYURETHANES BASED ON RENEWABLE RAW MATERIALS: STRUCTURE AND PROPERTIES

Polymer compositions based on branched polyurethanes (BPU) have been developed using renewable natural raw materials, particularly castor oil (CO), while maintaining the performance characteristics inherent in polyurethanes. The developed method for obtaining these materials will improve the process's cost-effectiveness and environmental friendliness. The introduction of CO, as a macrochain fragment, into the structure of the BPU at 25 to 64 wt.% increases the adhesive/cohesion strength of the BPU/CO; it also contributes to the preservation of the indicators of physical, mechanical and operational properties of BPU/CO under conditions of complex cumulative atmospheric loading (UV and IR radiation, prolonged elevated temperature and humidity); changes the nature of thermal-oxidative destruction, contributes to the preservation of indicators of physical, mechanical, and operational properties of BPU/CO under conditions of complex cumulative atmospheric loading (UV and IR radiation, prolonged elevated temperature and humidity); changes the nature of thermal-oxidative destruction, indicating the stabilizing effect of CO on resistance to this destructive action; gives BPU/CO signs of resistance to fungus, water, oil, gasoline, diesel fuel, organic solvents, and diluted acids and alkalis. Targeted materials with improved properties can be obtained by varying the structure and composition of the BPU/CO. The developed materials can be used as protective coatings for various objects, provided they are adapted to the available raw material base. The ability of the BPU/CO to provide long-term, comprehensive protection for materials, structures, and infrastructure will ensure their reliable, prolonged operation.

Keywords: branched polyurethanes, renewable raw materials, adhesion, a(biotic) destructors, barrier properties.