

СИНТЕЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЛІУРЕТАНОВИХ КОМПОЗИТІВ З ФРАГМЕНТАМИ ПРИРОДНИХ ПОЛІМЕРІВ

Потик І.І.¹, Будзінська В.Л.²

¹Національний університет «Києво-Могилянська Академія», irynapoty97@gmail.com

²Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України

В останні роки спостерігається зростання виробництва полімерних матеріалів. Поряд з позитивними якостями які притаманні цим полімерам створені матеріали мають суттєвий недолік: після виконання своєї функції вони не знищуються, а продовжують існувати у вигляді відходів. Тому в наш час спостерігається стрімке зростання полімерної хімії в області створення нових полімерних композитів, які містять природні полімери. Все більше уваги привертають до себе полімерні системи на основі природних полімерів, які є екологічно безпечними та біодеградабельними. Створені таким чином композити здатні розпадатися під дією природних чинників (мікроорганізмів, вологи, температури та ін.), що дозволяє вирішити проблему забруднення навколишнього середовища полімерними пакувальними матеріалами. Отже, метою нашої роботи є синтез поліуретанових композитів, що містять природні полімери та дослідження їх експлуатаційних властивостей. Зі всього різноманіття природних полімерів ми вибрали желатин, тому що він широко поширений в природі та екологічно безпечний білковий продукт тваринного походження.

На першому етапі роботи нами створено полімерні композити на основі поліуретансечовинної матриці (ПУС) та желатину. Желатин до полімерної матриці вводили у вигляді водного розчину/гелю з концентрацією (10, 20 і 30) мас.%. Полімерною матрицею було обрано макродіізоціант (МДІ) на основі олігооксипропіленгліколю ММ 1052 і толуїлендіізоціанату (суміш ізомерів 2,4 – 65% і 2,6 – 35%). МДІ мав (6±0,5)% NCO-груп. Співвідношення МДІ:желатиновий гель варіювали від 9:1 мас.ч. до 5:5 мас.ч. Компоненти змішували на магнітній мішалці за кімнатної температури та при швидкості 50 об./хв., час змішування до досягнення системою гомогенного стану був різним, і залежав від співвідношення компонентів і концентрації желатину в гелі. Плівки з вказаних композицій отримували шляхом нанесення композицій на тефлонову форму. Для всіх синтезованих композицій характерним є спінювання протягом полімеризації, що пов'язано з утворенням великої кількості діоксиду вуглецю внаслідок реакції NCO-груп ізоціанатного олігомеру із водою. Експериментально встановлено, що найбільш однорідні привабливі поліуретансечовинні композити (ПУСК) можливо отримати при введенні природного полімеру у кількості 10% ваг. та 20% ваг.

Важливою перевагою створених композитів є високі фізико-механічні властивості, які визначали відповідно ГОСТ 18299 після старіння зразків протягом 30 діб за кімнатної температури.

Значення міцності (σ) та відносного подовження (L) при розтязі створених композитів наведені в таблиці.

Таблиця – Склад та фізико-механічні показники ПУСК, що містять желатин

№	Вміст МДІ, % ваг.	Вміст желатину, % ваг.	σ_{30} , МПа	L ₃₀ , %
1	100	0	4,9	425
2	90	10	6,4	449
3	80	20	6,2	357

Як видно з даних фізико-механічних досліджень композити з найкращими експлуатаційними параметрами можливо отримати при введенні 10 % ваг. желатину. Слід відмітити, що при введенні природного полімеру в органічну матрицю спостерігаємо збільшення міцності порівняно з вихідною поліуретановою матрицею при розтязі в той час

як подовження зменшується порівняно з МДІ. Такі зміни пов'язані із наявністю в складі ПУС хімічно не зв'язаного природного полімеру, що впливає на формування структури композиту та викликає дефект кінцевого матеріалу. Припущення щодо формування композитів, в яких природній полімер хімічно не зв'язується з синтетичною матрицею підтверджені даними ІЧ-спектральних досліджень. Аналіз ІЧ-спектрів показав, що спектр композиції ПУС/желатина за своїм контуром є подібним до спектру індивідуальної ПУС, положення та інтенсивність всіх основних смуг поглинання ПУС є ідентичними для індивідуального полімеру і композиції з желатиною, що вказує на відсутність хімічної взаємодії між компонентами. Тому зазначаємо, що введення желатинового гелю в систему не впливає на формування поліуретансечовинної композиції, природний полімер хімічно не зв'язується в системі, а радше відіграє роль наповнювача.

Наступним етапом роботи було визначення здатності ОНК до біодеструкції під впливом ґрунтових мікроорганізмів. Для визначення здатності композицій ПУС/желатина до деградації під впливом природних факторів зразки синтезованих композицій і контрольний зразок індивідуальної ПУС були розміщені у відкритий ґрунт у південній частині м. Київ, тип ґрунту – сірий опідзолений зі слабкою лужною реакцією. рН ґрунту визначали за допомогою рН-метра рН-150М, для аналізу готували суспензію ґрунту у воді (1:5), фільтрували на паперових фільтрах і визначали рН. рН водної витяжки ґрунту складає 6,9, що вище відповідного показника для контрольної проби дистильованої води (рН₀ = 6,2). Глибина розміщення зразків – близько 5 см. Тривалість експозиції зразків у ґрунті 7 тижнів, коливання температури повітря протягом експозиції зразків становили від 25°C до 2°C.

Після вилучення композицій з експериментального середовища встановлено, що у поверхневій біоплівці, яка сформулась на зразках композитів під час їх перебування у ґрунті, були присутні грампозитивні і грамнегативні бактерії, міцеліальні гриби та дріжджі. При дослідженні змін фізико-механічних показників самих полімерних композитів виявлено, що порівняно із початковими характеристиками композитів, у зразках після впливу ґрунтових мікроорганізмів зменшилось відносно подовження при розтягуванні на 20-25 % і міцність при розриві – на 15 %. Отримані дані свідчать про те, що досліджені зразки полімерних матеріалів піддавалися деградації мікроорганізмами ґрунтової екосистеми.

Досліджено здатності до біодеструкції створених композитів методом культивування мікроорганізмів на поверхні плівок. Показано, що на плівках ПУС присутній широкий спектр бактерій, а також присутні міцелі альні гриби і дріжджі зокрема таких як асоціації грамнегативних бактерій роду *Pseudomonas* (штаму *Pseudomonas putida* ВКМ В1301), грампозитивних бактерій роду *Bacillus* (штаму *Bacillus subtilis* 1742 Д) та роду *Rhodococcus* (штаму *Rhodococcus erythropolis* АС1339 Д). Все це вказує на те, що синтезовані поліуретансечовинні композити, які місять природний полімер, здатні до біодеструкції.

Таким чином, в результаті виконання роботи нами запропоновано шлях синтезу плівкотвірних композитів з фрагментами природного полімеру. Створені матеріали мають комплекс необхідних експлуатаційних параметрів, що в поєднанні з їх здатністю до біодеградації дає можливість отримати екологічно безпечні матеріали поліфункціонального призначення (захисні покриття, пакувальні матеріали), які можуть застосовуватися в різних галузях промисловості та життєдіяльності людини. Використання таких матеріалів дозволить покращити екологічний стан навколишнього середовища людини та розширити сировинну базу отримання полімерів з економією вуглеводневої сировини.