

модельного забруднювача становить від 0,007 до 0,011 ммоль/г (в перерахунку на суху речовину), залежно від вмісту наповнювача в гелі (див. рисунок).

Дослідження процесу десорбції метилового оранжевого зі зразків сорбційно активних гідрогелів у 0,01 М розчині натрій карбонату показали, що за два цикли десорбції вдається досягти вилучення близько 70% від загальної кількості барвника, сорбованого наповненими гідрогелями, незалежно від вмісту ПШГ в композиті та кількості сорбованого ним барвника. Отримані дані свідчать про можливість регенерації відпрацьованих композитних гідрогелевих сорбентів та їх повторного використання.

1. Layered Double Hydroxides / С. Forano, Т. Hibino, F. Leroux // Faïza В. Developments in Clay Science. Vol. 1 / В. Faïza, L. Gerhard. – Elsevier: Amsterdam. – 2006. – P. 1021–1095.

**ВЗАЄМОПРОНИКНІ ПОЛІМЕРНІ СІТКИ НА ОСНОВІ БІОСУМІСНИХ  
ПОЛІМЕРНИХ КОМПОНЕНТІВ ПОЛІУРЕТАНУ ТА КОПОЛІМЕРУ  
2-ГІДРОКСИЕТИЛМЕТАКРИЛАТУ З  
МЕТАКРИЛОІЛОКСИЕТИЛФОСФОРИЛХОЛІНОМ:  
ТЕРМОДИНАМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ**

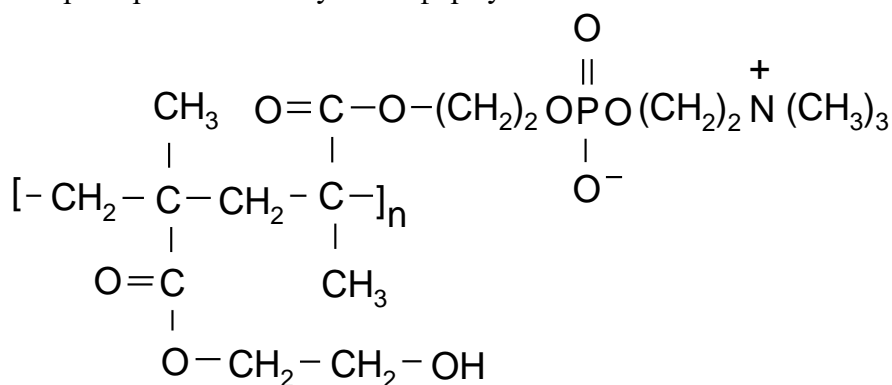
*Бондарук О.М.<sup>1</sup>, Карабанова Л.В.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, [bondarukoksanam@i.ua](mailto:bondarukoksanam@i.ua)

Синтезовані взаємопроникні полімерні сітки (ВПС) на основі поліуретану (ПУ) та кополімеру 2-гідроксиетилметакрилату (ГЕМА) з метакрилоїлоксиетилфосфорилхоліном (МФХ) з метою розробки сучасних матеріалів для біомедичного застосування. Досліджена термодинаміка взаємодій між компонентами взаємопроникних полімерних сіток.

ВПС отримані методом послідовного синтезу. На першому етапі синтезовано поліуретан тривимірної будови з поліоксипропіленгліколю (ППГ) М.м. 2000 та адукту ТМР/ТДІ (співвідношення 1:2 г-екв.) при температурі 80° С в атмосфері азоту.

Другою складовою ВПС був статистичний кополімер гідроксиетилметакрилату з метакрилоїлоксиетилфосфорилхоліном, де вміст метакрилоїлоксиетилфосфорилхоліну складав 5%. Кополімер зображено наступною формулою:



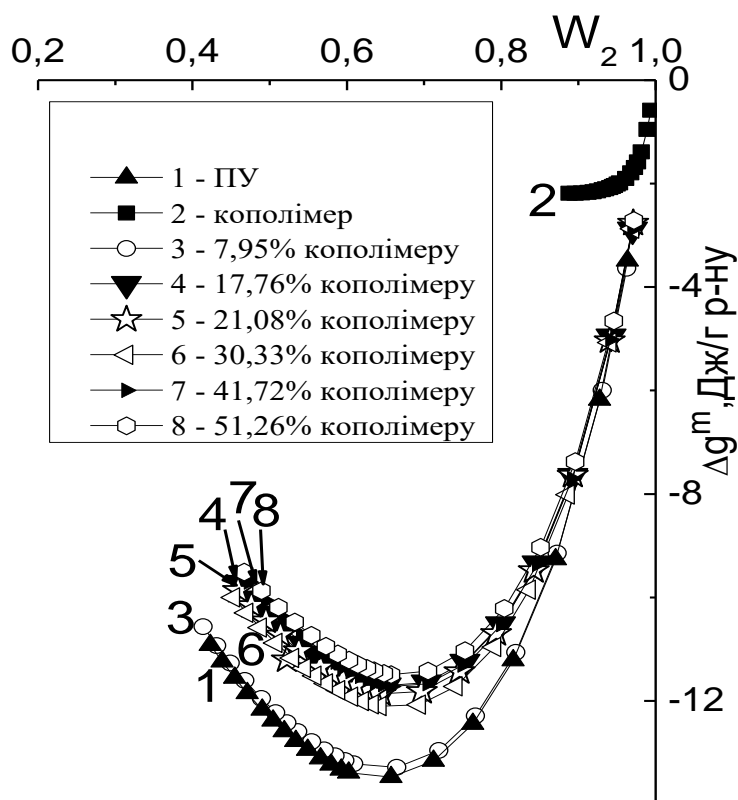
ВПС синтезовані методом послідовного синтезу, де кополімер гідроксиетилметакрилату з метакрилоїлоксиетилфосфорилхоліном одержано методом фотополімеризації.

Дослідження термодинамічної спорідненості полімерних компонентів ВПС. На основі експериментальних даних з дослідження сорбції парів розчинників зразками ВПС на основі поліуретану та кополімеру гідроксиетилметакрилату з метакрилоїлоксиетилфосфорил-холіном проведена оцінка термодинамічної спорідненості полімерних компонентів, що складають полімерну матрицю, в залежності від вмісту

кополімеру. Основою для розрахунків термодинамічних параметрів взаємодії полімерних компонентів у взаємопроникних полімерних сітках були експериментальні ізотерми сорбції парів низькомолекулярних розчинників вказаними нижче зразками із застосуванням вакуумної установки з терезами Мак-Бена з використанням молібденових спіралей.

На рис.1 наведені результати розрахунків вільної енергії змішування з хлористим метиленом  $\Delta g^m$  для поліуретану, для кополімеру, для напів-ВПС. Видно, що спорідненість хлористого метилену до поліуретану та напів-ВПС з вмістом 7,95% кополімеру є найвищою. При введенні в поліуретан більшої кількості кополімеру (рис.1, криві 4-8) спорідненість хлористого метилену до зразків зменшується, оскільки спорідненість розчинника до кополімеру низька (рис.1, крива 2).

На основі концентраційних залежностей  $\Delta g^m$  - середньої вільної енергії змішування індивідуальних компонентів (поліуретану та кополімеру гідроксиетилметакрилату з метакрилоілоксиетилфосфорилхоліном) та ВПС з хлористим метиленом, за термодинамічними циклами, що запропоновані А.А.Тагер з співробітниками, були розраховані значення вільної енергії змішування поліуретану та кополімеру гідроксиетилметакрилату з метакрилоілоксиетилфосфорилхоліном при формуванні ВПС. Результати розрахунків наведені в таблиці 1. Видно, що при невеликій кількості кополімеру гідроксиетилметакрилату з метакрилоілоксиетилфосфорилхоліном (17,76 %), вільна енергія змішування поліуретану та кополімеру є від'ємною.



**Рис.1** Вільна енергія змішування  $\Delta g^m$  хлористого метилену із зразками ПУ, кополімеру та ВПС, що містять різну кількість кополімеру.

Таблиця 1

**Вільна енергія змішування поліуретану та кополімеру гідроксиетилметакрилату з метакрилоілоксиетилфосфорилхоліном при формуванні ВПС**

Склад зразка	Вільна енергія змішування з хлористим метиленом при критичній концентрації, кал/г полімеру	Вільна енергія змішування поліуретану та кополімеру $\Delta g_x$ , кал/г полімеру
ПУ	мінус 25,55	-
Кополімер ГЕМА з МФХ	мінус 2,47	-
ВПС ПУ/кополімер 82,24/17,76	мінус 21,05	мінус 0,4036
ВПС ПУ/кополімер 78,92/21,08	мінус 21,38	плюс 0,6937
ВПС ПУ/кополімер 69,67/30,33	мінус 22,06	плюс 3,5059
ВПС ПУ/кополімер 58,28/41,72	мінус 20,64	плюс 4,7159
ВПС ПУ/кополімер 48,74/51,26	мінус 20,53	плюс 6,8079

Це свідчить про те, що два полімери, що утворюють ВПС, при даній концентрації є термодинамічно сумісними. При збільшенні вмісту кополімеру гідроксиетилметакрилату з метакрилоілоксиетилфосфорилхоліном до 21,08 %, значення вільної енергії змішування поліуретану та кополімеру переходить від від'ємної величини до позитивної. Подальше збільшення вмісту кополімеру призводить до збільшення позитивного значення вільної енергії змішування поліуретану та кополімеру від плюс 0,6937 до плюс 6,8079. Тобто, при збільшенні вмісту кополімеру складові ВПС стають термодинамічно несумісними, і несумісність збільшується при підході до співставних концентрацій складових ВПС – поліуретану та кополімеру гідроксиетилметакрилату з метакрилоілоксиетилфосфорилхоліном.

Це може означати, що із збільшенням долі кополімеру ГЕМА з МФХ, а отже долі метакрилоілоксиетилфосфорилхоліну у системі, виникають взаємодії між від'ємно зарядженими групами фосфору та позитивно зарядженим азотом різних полімерних ланцюгів метакрилоілоксиетилфосфорилхоліну, тобто, доля міжмолекулярних взаємодій (поліуретану та кополімеру) зменшується, при цьому доля інтрамолекулярних взаємодій (між різними групами метакрилоілоксиетилфосфорилхоліну) зростає.

При певній концентрації ланцюгів метакрилоілоксиетилфосфорилхоліну може відбутися формування йонних кластерів, і це призводить до ситуації, коли фазовий поділ в системі ВПС скачкоподібно зростає.