

УДК 678.664:661.683

## Вплив модифікованого поліакриловою кислотою силікату натрію на властивості органо-неорганічних композитів

Т.Л. Малишева, Є.В. Лебедєв

Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України  
48, Харківське шосе, Київ, 02160, Україна

*Досліджено вплив модифікованого поліакриловою кислотою силікату натрію на надмолекулярну структуру і механічні властивості органо-неорганічних композитів. Встановлено, що за наявності модифікованого силікату натрію збільшується площа міжфазної поверхні при емульгуванні компонентів у системі, внаслідок чого зростає молекулярна маса полімеру в органічній фазі, зменшується його розгалуженість, а також підсилюються міжфазні взаємодії в органо-неорганічних композитах. На основі модифікованого силікату натрію і макродіізоціанату отримані композити з підвищеними показниками міцності.*

**Ключові слова:** органо-неорганічний композит, силікат натрію, поліакрилова кислота, нанокompозит.

Останнім часом все більше уваги приділяють створенню гібридних органо-неорганічних композитів (ОНК) на основі силікатів лужних металів та ізоціанат-вмісних сполук, які характеризуються цінним комплексом експлуатаційних властивостей і змінюються в широких межах за рахунок підбору органічних і неорганічних складових та умов проведення спільного процесу поліконденсації [1]. Одним із відомих способів регулювання властивостей силікатів лужних металів з метою підвищення міцності, водостійкості, термостабільності та інших властивостей ОНК є введення до їх складу різних низькомолекулярних, олігомерних або полімерних модифікаторів. У таких системах залежно від природи модифікатора, його кількості та фізичного стану можна регулювати розмір і структуру дисперсної неорганічної фази та властивості композитів. Останнім часом більше уваги приділялося модифікації силікату натрію (СН), в основу якої покладена кислотно-основна взаємодія, що приводить до зниження лужності розчинів силікатів, сприяє поліконденсаційному процесу утворення полікремніевої кислоти (ПКК) і зниженню водопоглинання [2–5]. Модифікація СН поліакриловою кислотою (ПАК) [6] приводить до підвищення міцності силікагелю, а при модифікації СН поліакриламідом [7] спостерігається зростання міцності ОНК.

Мета цієї роботи – дослідження впливу модифікованого поліакриловою кислотою силікату натрію на надмолекулярну структуру і механічні властивості органо-неорганічних композитів.

### Експериментальна частина.

Як неорганічну складову для приготування ОНК використовували СН загального складу  $n\text{SiO}_2 \cdot m\text{Na}_2\text{O} \cdot w\text{H}_2\text{O}$  з силікатним модулем  $m=2,95$  (силікатний модуль – відношення кількості г/моль  $\text{SiO}_2$  до

$\text{Na}_2\text{O}$ ) та вмістом води  $60 \pm 3$  % мас. Для модифікування СН використовували ПАК-1 і ПАК-2 з молекулярною масою 42 000 і 140 000 відповідно, яку визначали в 2 н розчині NaOH за температури 298 К за рівнянням  $[\eta]=1,05 \cdot 10^{-3} \cdot M^{0,54}$ . Концентрацію карбоксильних груп у полімерах визначали титруванням 0,1н розчином NaOH за методикою [8]. У ПАК-1 концентрація COOH-груп становила 41 %, у ПАК-2 – 50 %. Кількість ПАК, введеної в СН, розраховували за відношенням до гідроксиду натрію: на 1-г-екв. NaOH використовували 0,015; 0,030; 0,060; 0,080; 0,100; 0,012; 0,150; 0,170; 0,200; 0,300 г-екв. COOH-груп у полімері. Оскільки при введенні в СН поліелектроліту утворюється осад, який при перемішуванні зникає [9], модифікування СН поліакриловою кислотою проводили за кімнатної температури постійно перемішуючи суміш до утворення однорідної прозорої рідини. Суміші витримували протягом 5 діб і визначали вміст NaOH титруванням 0,1н розчином HCl за методикою [8]. Відхилення практичних значень вмісту г-екв. NaOH у модифікованому СН від розрахованого не перевищувало 2 %.

Органічну складову – макродіізоціанат (МДІ) отримували взаємодією олігооксипропіленгліколю ММ 1000 з толуїлендіізоціанатом (суміш 2,4 і 2,6 ізомерів за співвідношення 65:35) із вмістом ізоціанатних груп 8 %. Синтез ОНК проводили додаванням СН або модифікованого СН у МДІ за співвідношення 60:40 % ваг. органічної і неорганічної складових. Суміш компонентів перемішували протягом 5–10 хв. Отримані плівкові зразки товщиною 300–400 мкм і 10–15 мкм витримували на повітрі за кімнатної температури для отвердіння.

ІЧ-спектри водних розчинів ПАК і СН знімали на спектрометрі “Тензор-37” з Фур’є перетворенням у

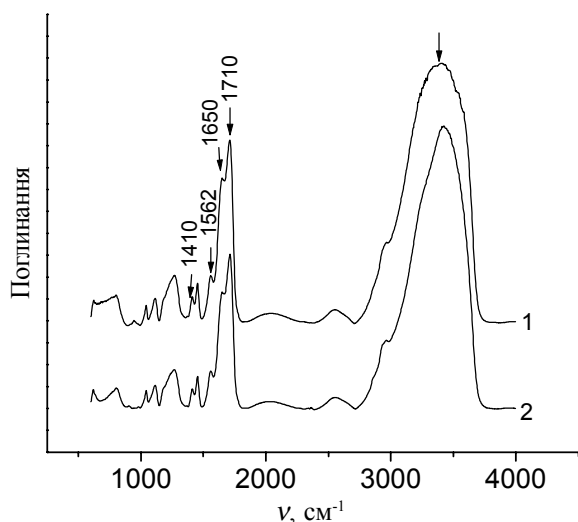


Рис. 1. ІЧ-спектри: ПАК-1 (1) і ПАК-2 (2)

діапазоні 400–4000  $\text{cm}^{-1}$  з використанням скла «Ятрань», МДІ і ОНК – у вигляді плівок товщиною 10–15  $\mu\text{м}$ , після витримування протягом 30 діб, а гель-фракцію ОНК після 5-кратного промивання диметилформамідом (ДМФА) та сушіння до постійної ваги – у таблетках з КВг.

Морфологію поверхні ОНК вивчали за допомогою скануючого електронного мікроскопа «JEOL JSM 6060» (SEM).

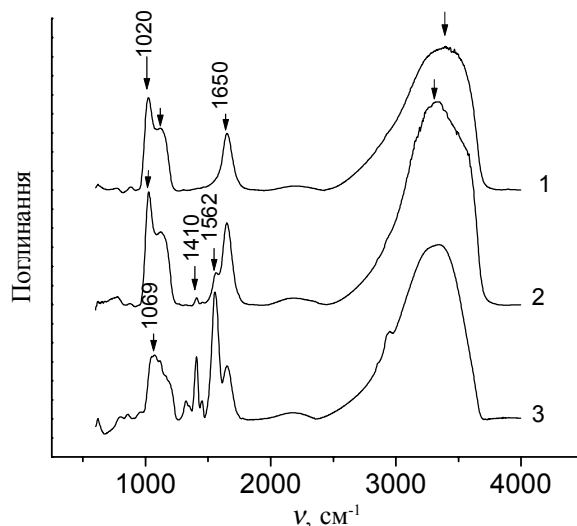
Визначення міцності ( $\sigma$ ), відносного подовження ( $\epsilon$ ) при розриві і модуля пружності при 100 %-вому подовженні ( $E_{100}$ ) зразків ОНК проводили на універсальній машині FU-1000 за швидкості розтягу 35  $\text{мм/хв.}$ , згідно з ГОСТ 18299, після старіння зразків протягом 30 діб.

Дослідження приведеної в'язкості розбавлених розчинів полімеру (золь-фракції ОНК) у ДМФА проводили у віскозиметрі Убеллоде за температури 298 К.

#### Результати досліджень і їх обговорення.

Відомо, що водні розчини ПАК  $[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{COOH})-]_n$  та її солі характеризуються поліелектролітним ефектом і константа дисоціації ( $pK_a=4,8$ ) майже лінійно зростає при збільшенні ступеня нейтралізації [10]. За  $\text{pH}=7,5$  карбоксильні групи повністю дисоційовані [11]. ПАК і лужні солі ПАК – аніоноактивні ПАВ. ІЧ-спектри водних розчинів ПАК різної молекулярної маси наведено на рис. 1. У спектрі полімерів наявні характеристичні смуги валентних коливань гідроксильних груп різного ступеня зв'язування водневими зв'язками в області 3000–3600  $\text{cm}^{-1}$ ,  $\text{C}=\text{O}$  карбоксильних груп –  $\nu 1710 \text{ cm}^{-1}$ , карбоксилат-іонів ( $\text{COO}^-$ ) –  $\nu 1562 \text{ cm}^{-1}$  (несиметричні) і  $\nu 1410 \text{ cm}^{-1}$  – (симетричні), деформаційні коливання води  $1650 \text{ cm}^{-1}$  і  $\text{CH}_2$  –  $1450 \text{ cm}^{-1}$ . Фонове поглинання в області 700–1500  $\text{cm}^{-1}$  свідчить про утворення ланцюгів зшитих ПАК з фрагментами  $\text{C}-\text{O}-\text{C}$  і 550–670  $\text{cm}^{-1}$  – деформаційні коливання карбоксилатної групи [12].

Силікат натрію представляє собою колоїдну систему, в якій силікат-аніони частково дисоційовані, гідролізовані і включені в структури певної молекулярної

Рис. 2. ІЧ-спектри СН: вихідного (1); модифікованого за співвідношення  $\text{NaOH}:\text{ПАК-1} = 1,00:0,17$  (2) і  $1,00:0,3$  г-екв. (3)

маси [9]. У спектрі вихідного СН (рис. 2) спостерігаються: широка інтенсивна смуга поглинання 2700–3700  $\text{cm}^{-1}$ , яка відповідає валентним коливанням ОН-груп різного ступеня зв'язаності та  $1650 \text{ cm}^{-1}$  – деформаційним коливанням води. Смуги поглинання в області 900–1200 і 440–480  $\text{cm}^{-1}$  зумовлені валентними та деформаційними коливаннями зв'язку  $\text{Si}-\text{O}-\text{Si}$ . Їх положення залежить від структури кремнійкисневої ґратки, яка складається з кремнійкисневих тетрадрів [13].

Дослідження модифікування СН поліакриловою кислотою показало, що процес гелеутворення залежить від концентрації водного розчину ПАК і  $\text{pH}$  середовища. В спектрі СН, модифікованого 15 %-вим розчином ПАК-1 (співвідношення  $\text{NaOH}:\text{COOH}=1,00:0,17$  г-екв.), спостерігається незначний зсув максимуму смуги валентних коливань силікат-аніонів з 1020 до 1024  $\text{cm}^{-1}$  і з'являються малоінтенсивні смуги 1562 та 1410  $\text{cm}^{-1}$ , які відповідають асиметричним і симетричним валентним коливанням  $\text{COO}^-$ -груп відповідно. При адсорбції макромолекул ПАК на поверхні кремнійкисневих частинок у спектрі змінюється контур смуги валентних коливань ОН-груп: інтенсивність смуги вільних гідроксильних груп знижується, а доля Н-зв'язаних ОН-груп з макромолекулами адсорбованого полімеру в низькочастотній області спектра зростає. Отже, досліджуваний полімер характеризується значною енергією адсорбційної взаємодії внаслідок утворення міцних водневих зв'язків між киснем карбонільної групи та вільними гідроксильними групами на поверхні частин ПМК. При збільшенні концентрації  $\text{COOH}$ -груп до 0,3 г-екв. відбувається процес гелеутворення і розшарування суміші на дві фази внаслідок поліконденсації кремніевої кислоти (утворюються частинки ПМК розміром більше 100  $\text{нм}$  [9]). У спектрі гелю спостерігається зсув максимуму смуги валентних коливань силікат-аніонів до 1069  $\text{cm}^{-1}$  і підвищення оптичної густини смуг валентних коливань

карбоксилат-іонів. Отже, при додаванні в СН водного розчину ПАК утворюється натрієва сіль ПАК  $[-CH_2-CH-(COONa)-]_n$  і внаслідок порушення в системі рівноваги відбувається поліконденсаційний процес з утворенням ПКК [14], на поверхні частинок якої адсорбується натрієва сіль ПАК. Експериментально було встановлено, що збільшення концентрації ПАК-1 у водному середовищі до 25 % приводить до незворотного процесу гелеутворення в суміші за вмісту на 1 г-екв. NaOH у СН 0,15 г-екв. COOH-груп, а при використанні 10 %-вого водного розчину високомолекулярного полімеру ПАК-2 – 0,2 г-екв. COOH-груп. Для модифікації СН і отримання ОНК на основі МДІ використовували 25 %-вий розчин ПАК-1 і 10 %-вий розчин ПАК-2 у водному середовищі.

При формуванні ОНК стабілізація емульсії відбувається завдяки утворенню на поверхні крапель МДІ захисного бар'єру з частин дисперсного стабілізатора, роль якого виконують олігомерні силікатні частинки [1]. В ОНК хімічні реакції відбуваються переважно на межі розділу фаз і площа поверхні контакту фаз значно впливає на співвідношення швидкостей реакцій, морфологію та властивості композитів. Реакції взаємодій ізоціанатних груп МДІ з водою і сечовинними групами відбуваються за гетерогенних умов і лімітуються дифузією води в органічну фазу. Перша реакція приводить до лінійного росту ММ макромолекул, а результатом другої є поява бокових розгалужень у макроланцюзі і залежно від концентрації біуретових зв'язків буде утворюватися розгалужений або зшитий полімер [15]. Хімічна будова ізоціанатних компонентів, а також умови їх отвердіння є визначальними факторами, які впливають на адсорбційні характеристики і дифузію води в полімер, кінетику перебігу реакції та молекулярні характеристики полімеру в органічній фазі ОНК. Раніше було встановлено, що зниження ймовірності утворення біуретових зв'язків при отвердінні реакційноздатних компонентів у водному середовищі досягається зменшенням концентрації ізоціанатних

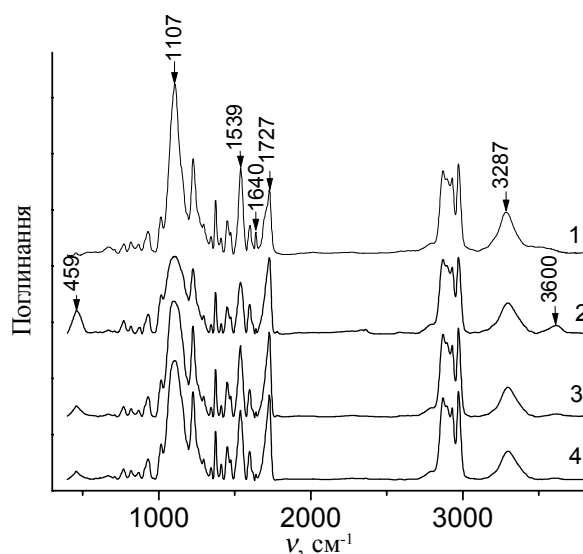


Рис. 3. ІЧ-спектри МДІ (1) і композитів ОНК-1 (2), ОНК-6 (3) та ОНК-1 (4)

груп і екрануючим ефектом бокового замісника метильної групи в складі жорсткого сегмента уретанового олігомеру [16]. Для порівняння з реакціями, які відбуваються в органічній фазі ОНК, проводили отвердіння МДІ в плівковому зразку товщиною до 100 мкм у водному середовищі протягом 15 діб і витриманням зразка на повітрі 15 діб. За даних умов отвердіння МДІ утворюється полімер з концентрацією гель-фракції в ДМФА до 2 %. Дослідження в'язкості золь-фракції розбавленого розчину полімеру показало, що залежність приведеної в'язкості від концентрації не підкоряється рівнянню Хагінса, а лінійно зростає при розбавленні. Приведена в'язкість ( $\eta_{sp}$ ) 0,5 %-вого розчину полімеру в ДМФА становить 0,049 м<sup>3</sup>/кг. Можна припустити, що погіршення перебігу реакції біуретотворення зумовлено екрануючим ефектом метильної групи в олігоефірному сегменті полімеру. В ІЧ-спектрі отвердненого у водному середовищі МДІ (рис. 3) відсутня смуга валентних коливань ізоціанатних груп

Таблиця. Склад і механічні властивості ОНК

Зразок	ПАК	Співвідношення NaOH:COOH г-екв. у СН	$\sigma$ , МПа	$E_{100}$ , МПа	$\varepsilon$ , %
МДІ	-	-	5,4	2,50	340
ОФ <sub>ОНК-1</sub>	-	-	2,0	-	120
ОНК-1	-	-	4,0	3,20	210
ОНК-2	ПАК-1	1 : 0,015	4,1	3,20	260
ОНК-3	ПАК-1	1 : 0,030	4,3	3,20	360
ОНК-4	ПАК-1	1 : 0,060	5,0	3,25	380
ОНК-5	ПАК-2	1 : 0,015	4,5	3,30	280
ОНК-6	ПАК-2	1 : 0,030	5,0	3,35	290
ОНК-7	ПАК-2	1 : 0,040	5,3	3,40	300
ОНК-8	ПАК-2	1 : 0,060	6,0	3,40	380
ОНК-9	ПАК-2	1 : 0,080	6,1	3,40	400
ОНК-10	ПАК-2	1 : 0,100	6,5	3,40	420

2270  $\text{см}^{-1}$  і наявні смуги валентних коливань карбонілів сечовинних (1640  $\text{см}^{-1}$ ) та уретанових (1727  $\text{см}^{-1}$ ) груп, смуги валентних і деформаційних коливань NH-груп (3287 і 1539  $\text{см}^{-1}$ ), що відповідають уретаносечовинним групам у полімері.

Дослідження золь-фракції композиту на основі вихідного СН (ОНК-1) після отвердіння протягом 1 міс. показало, що в органічній фазі утворюється розгалужений полімер з концентрацією біуретових зв'язків (визначали за методикою [17]) 0,21 ммоль NCO/г і з  $\eta_{\text{пр}}=0,023 \text{ м}^3/\text{кг}$ . В ІЧ-спектрі композиту (рис. 3) у порівнянні з отвердненим МДІ спостерігається зменшення інтенсивності смуг поглинання 1640  $\text{см}^{-1}$ , Амід 11 та 3287  $\text{см}^{-1}$ , що свідчить про зниження вмісту сечовинних груп у розгалуженому полімері. Дослідження механічних властивостей плівкового матеріалу, який отримували з золь-фракції ОНК-1, показало, що утворення в органічній фазі (ОФ<sub>ОНК-1</sub>) більш низькомолекулярного полімеру приводить до зниження міцності на розрив і відносного подовження (таблиця) поліуретансечовини (ПУМ). Неорганічна фаза ПКК є активним наповнювачем у ПУМ і зміцнює композит. При модифікації СН спостерігається зростання міцності, модуля пружності за 100 %-вого подовження і відносного подовження композитів, причому міцнісні показники ОНК, отриманих на основі СН, модифікованого високомолекулярним ПАК-2, вищі, ніж при використанні ПАК-1. Міцність ОНК-10 у порівнянні з ОНК-1 підвищується на 62 %, а  $\epsilon$  – на 100 %. Для встановлення основної причини зміни механічних властивостей ОНК при модифікації СН були досліджені органічна і неорганічна фази композитів. Залежність  $\eta_{\text{пр}}$  0,5 %-вого розчину полімеру (золь-фракція) ОНК від вмісту модифікатора в СН подана на рис. 4. Як видно, значення  $\eta_{\text{пр}}$  зростає за збільшення вмісту модифікатора в СН, і за наявності ПАК-2 в органічній фазі ОНК утворюється більш

високомолекулярний полімер. При використанні модифікованого СН (співвідношення NaOH:COOH=1,0:0,1 г-екв.) значення  $\eta_{\text{пр}}$  ПУМ в ОНК-10 зростає до 0,044  $\text{м}^3/\text{кг}$ , а концентрація біуретових зв'язків знижується до 0,11 ммоль NCO/г, тобто утворюється більш високомолекулярний і менш розгалужений полімер. Залежність ступеня розгалуженості ПУМ від товщини плівкового матеріалу, в якому проводили отвердіння МДІ у водному середовищі, відмічається в роботі [16]. Встановлено, що при зменшенні товщини реакційної зони ізоціанатного компонента знижується концентрація біуретових зв'язків і зростає швидкість реакції поліпрієднання. В спектрах композитів при збільшенні вмісту ПАК-2 в СН спостерігається незначне зростання оптичної густини ( $D_i$ ) смуги 1640  $\text{см}^{-1}$  (рис. 5). Як внутрішній стандарт використовували смугу поглинання 1600  $\text{см}^{-1}$ . Необхідно відмітити також зниження інтенсивності смуги валентних коливань 3600  $\text{см}^{-1}$  у спектрах композитів на основі модифікованого СН, що, можливо, зумовлено зменшенням кількості адсорбованої води і товщини гідратного шару на поверхні силікагелю. В роботі [18] показано, що введення ПАВ у систему на основі СН і поліізоціанату впливає на енергію взаємодії води з силікатними іонами кремнієвого каркасу та приводить до зменшення розміру кластерів зв'язаної води на її поверхні. Смуги в діапазоні 900–1200  $\text{см}^{-1}$ , які відповідають валентним коливанням атомів у кремнієвих тетрадрах  $[\text{SiO}_4]^-$  перекриваються смугою валентних коливань –O– в макроланцюзі ПУМ, тому судити про вплив полімерного модифікатора СН на неорганічну фазу ОНК (рис. 3) неможливо. Але в композитах на основі модифікованого СН спостерігається зниження інтенсивності смуги деформаційних коливань силікат-аніонів 459  $\text{см}^{-1}$ . ІЧ-спектри гель-фракції (ГФ) композитів ОНК-1 і ОНК-10 подані на рис. 6. Як видно, максимум смуги валентних

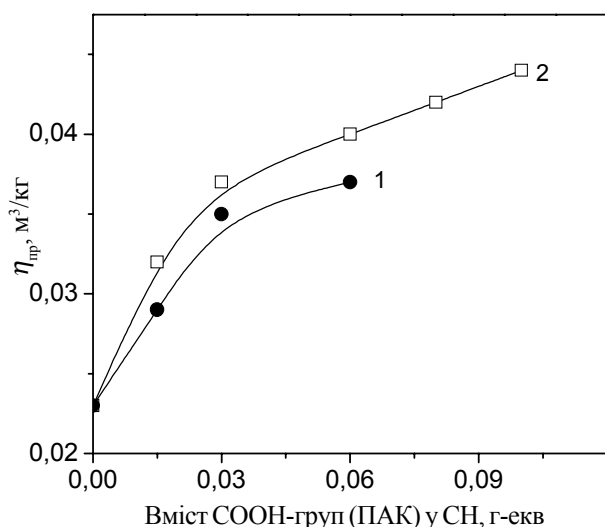


Рис. 4. Залежність приведеної в'язкості полімеру в органічній фазі ОНК від вмісту ПАК-1 (1) і ПАК-2 (2) в СН

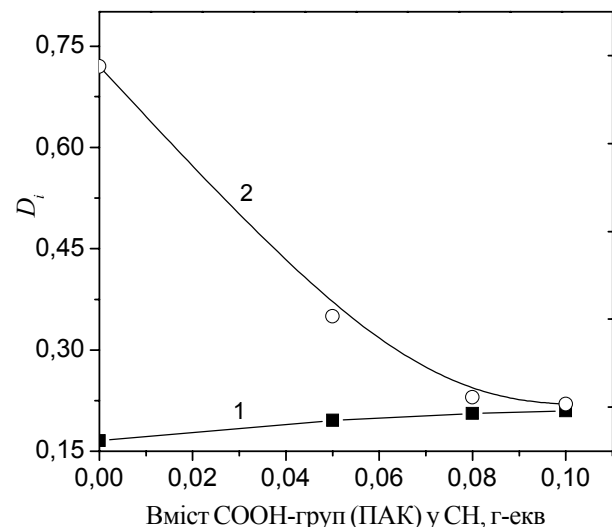
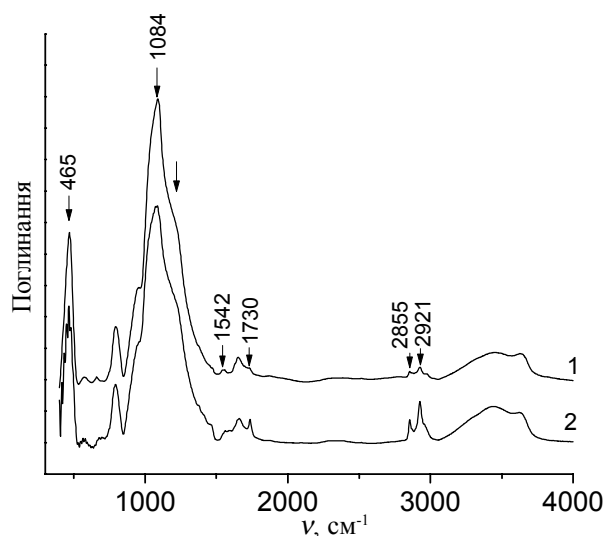
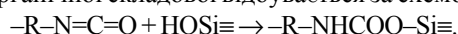


Рис. 5. Залежність оптичної густини смуг поглинання 1640  $\text{см}^{-1}$  (1) і 3600  $\text{см}^{-1}$  (2) в ІЧ-спектрах композитів від концентрації модифікатора ПАК-2 в СН

Рис. 6. ІЧ-спектри: ГФ<sub>ОНК-1</sub> (1) і ГФ<sub>ОНК-10</sub> (2)

коливань силікат-аніонів  $1084\text{ см}^{-1}$  не змінюється, але в ГФ<sub>ОНК-10</sub> спостерігається зниження її інтенсивності та розширення смуги в височастотну область спектра, а також зменшення інтенсивності смуги  $459\text{ см}^{-1}$ , що свідчить про збільшення високомолекулярної фракції ПКК у неорганічній фазі ОНК. Наявність у спектрах малоінтенсивних смуг валентних коливань карбонільних груп ( $1730\text{ см}^{-1}$ ), симетричних та асиметричних  $\text{CH}_2$ -груп ( $2865, 2921\text{ см}^{-1}$ ) і смуги Амід 11 ( $\delta 1542\text{ см}^{-1}$ ) можна пояснити взаємодією між силанольними групами на поверхні ПКК та ізоціанатними групами уретанового компонента з утворенням уретан-силікату. Відомо [19], що реакція між реакційними групами органічної та неорганічної складової відбувається за схемою:



Підвищення інтенсивності цих смуг у спектрі ГФ<sub>ОНК-10</sub> підтверджує збільшення площі контактів двох фаз, підсилення міжфазних взаємодій і зростання вмісту міжфазного шару в композиті. Отже, на основі цих даних можна зробити висновок про істотний вплив полімерного модифікатора СН на процес формування ПКК у неорганічній складовій та міжфазні взаємодії в ОНК.

Модифікатори СН впливають на морфологію отвердненого композиту і розмір дисперсної фази неорганічної складової, яка формується *in situ* у вигляді сферичних або овальних силікатних частинок в безперервній органічній матриці уретанового компонента [20]. Дослідження надмолекулярної структури композитів методом СЕМ (рис. 7а) показало, що в ОНК-1 формується наногетерогенна структура. Модифікування СН ПАК-2 впливає на поліконденсаційний процес і розмір дисперсної неорганічної фази. В ОНК-6 (1,00:0,03 г-екв.) з'являється невелика кількість частинок з максимальним розміром до  $0,2\text{ мкм}$  (рис. 7б). При збільшенні кількості модифікатора до  $0,06\text{ г-екв. COOH}$  на  $1\text{ г-екв. NaOH}$  у СН максимальний розмір частинок сферичної форми в композиті ОНК-8 зростає до  $5\text{ мкм}$  (рис. 7в), а в композиті ОНК-10 (1,0:0,1 г-екв.) формується полідисперсна неорганічна фаза з максимальним розміром силікатних частинок до  $45\text{ мкм}$  (рис. 7г).

Експериментально було встановлено, що при модифікуванні силікату натрію ПАК-1 (1,00:0,08 г-екв.) і ПАК-2 (1,00:0,12 г-екв.) швидкість конденсації кремнієвої кислоти в ОНК значно зростає і утворюється неоднорідна структура з виділенням неорганічної складової в окрему фазу.

Отже, натрієва сіль ПАК виконує роль ПАВ і сприяє швидкому емульгуванню компонентів у системі. Внаслідок збільшення площі міжфазної поверхні

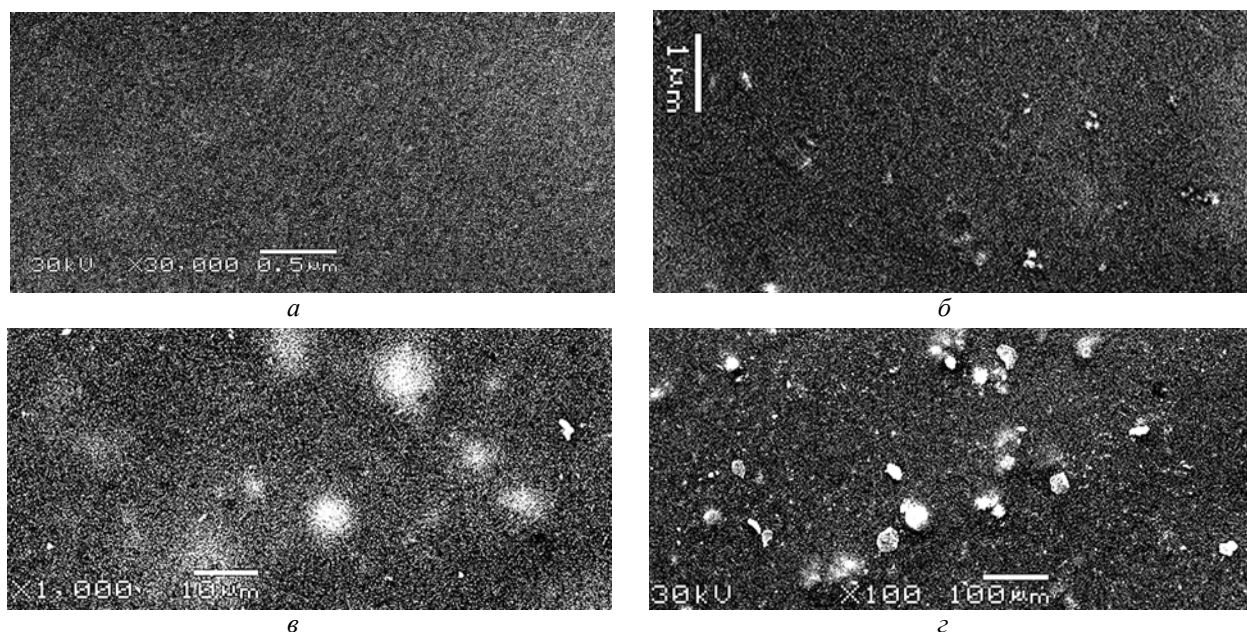


Рис. 7. Мікрофотографії: ОНК-1 (а); ОНК-6 (б); ОНК-8 (в) та ОНК-10 (г)

підвищується молекулярна маса розгалуженого полімеру в органічній фазі, підсилюються міжфазні взаємодії, що приводить до підвищення міцності і модуля пружності при 100 % подовженні, а утворення менш

розгалуженого полімеру і збільшення вмісту уретан-силікатного шару на межі розділу приводить до зростання деформування системи.

### Література

1. Лебедєв Е.В., Ищенко С.С., Придатко А.Б. // Композиц. полимер. материалы.-1999.- **21**, №1.- С.3-12.
2. Будзінська В.Л., Ищенко С.С., Лебедєв Є.В. // Укр. хім. журн.-2009.-**75**, №3.- С.62-66.
3. Скакун Ю.В., Ищенко С.С., Лебедєв Є.В. // Полімер. журн.-2010.- **32**, №2.- С.117-121.
4. Скакун Ю.В., Ищенко С.С., Лебедєв Є.В. // Полімер. журн.-2010.- **32**, №3.- С.199-203.
5. Ищенко С.С., Будзінська В.Л., Денисенко В.Д., Лебедєв Є.В. // Полімер. журн.-2008.- **30**, №4.- С. 271-275.
6. Барвинок Г.М., Корнеев В.И., Лисенок Л.Н. // Журн. приклад. химии.-1983.- №2. - С. 407-409.
7. Ищенко С.С., Будзінська В.Л., Лебедєв Є.В. // Укр. хім. журн.- 2011.-**77**, №1.-С.61-65.
8. Сигиа С., Ханна Д.Г. Количественный органический анализ по функциональным группам.- М.: Химия,1983. - 670 с.
9. Айлер Р. Химия кремнезема.- М.: Мир, 1982. - 416 с.
10. Николаев А.Ф. Водорастворимые полимеры.-Л.: Химия, 1979.- 144с.
11. Wisnievska M., Terpilowski K., Zarko V.I., Chibowski S., Urban T., Gun'ko V.M. // Хімія, фізика та технологія поверхні.- 2010.- **1**, №3.- С. 269 - 273.
12. Беллами Л. Новые данные по ИК спектрам сложных молекул.- М.: Мир,1971.- 318 с.
13. Власов А.Г., Флоринский В.А. Инфракрасные спектры щелочных силикатов. – Л.: Химия, 1970.- 342 с.
14. Мамуля Є.П., Мишак В.Д., Лебедєв Є.В. // Полімер. журн.- 2004.- **26**, №1.-С.40-45.
15. Саундерс Д.Х., Фриш К. К. Химия полиуретанов.- М.: Химия, 1968.- 335 с.
16. Малишева Т.Л., Головань С.В., Менжерес Г.Я. // Полімер. журн.-2007.- **29**, №1.- С.42-47.
17. Fisher T., Kruger R. // Plaste und Kautsch.- 1988.- **35**, №9.- Р.342-345.
18. Ищенко С.С., Филиппович А.Ю., Веселовский Р.А. // Укр. хім. журн.-1991.- **57**, №9.- С.1002-1006.
19. Ищенко С.С., Придатко А.Б., Новикова Т.И., Лебедєв Е.В. // Высокомолекуляр. соединения. Сер.А. - 1996.- **38**, №5.- С.786-791.
20. Ищенко С.С., Росовицкий В.Ф., Придатко А.В., Бабкина Н.В., Лебедєв Е.В.// Журн. прикл. химии.- 1998.- **71**, № 11. - С. 1929-1933.

Надійшла до редакції 17 грудня 2012 р.

## **Влияние модифицированного полиакриловой кислотой силиката натрия на свойства органо-неорганических композитов**

*T.L. Malysheva, E.V. Lebedev*

Институт химии высокомолекулярных соединений НАН Украины  
48, Харьковское шоссе, Киев, 02160, Украина

*Исследовано влияние модифицированного полиакриловой кислотой силиката натрия на надмолекулярную структуру и механические свойства органо-неорганических композитов (ОНК). Установлено, что в присутствии модифицированного силиката натрия увеличивается площадь межфазной поверхности при эмульгировании компонентов в системе, вследствие чего повышается молекулярная масса полимера в органической фазе и уменьшается его разветвленность, а также усиливаются межфазные взаимодействия в органо-неорганических композитах. На основе модифицированного силиката натрия и изоцианатного компонента получены композиты с повышенными показателями прочности.*

**Ключевые слова:** органо-неорганический композит, силикат натрия, полиакриловая кислота, нанокompозит.

## **An influence of sodium silicate modified by polyacrylic acid on the properties of organic-inorganic composites**

*T.L. Malysheva, Ye. V. Lebedev*

<sup>1</sup>Institute of Macromolecular Chemistry NAS of Ukraine  
48, Kharkivske shause, Kyiv, 02160, Ukraine

*An influence of sodium silicate modified by polyacrylic acid on the structure and mechanical properties of organic-inorganic composites (OIC) has been studied. It is stated that during emulsification of components in the system in presence of the modified sodium silicate the interface area increases because of increasing molecular mass and decreasing branching of macromolecules of the polymer in an organic phase as well as improving interface interactions in OIC. Compositions with enhanced tensile properties based on modified sodium silicate and isocyanate component have been obtained.*

**Key words:** organic-inorganic composite, sodium silicate, polyacrylic acid, nanocomposite.