

Л.М. Момот, Т.Б. Желтоножська, Н.М. Пермякова, С.В. Федорчук, В.Г. Сиромятніков

## ІНТЕРМОЛЕКУЛЯРНІ ПОЛІКОМПЛЕКСИ ПОЛІАКРИЛАМІДУ ТА ПОЛІВІНІЛОВОГО СПИРТУ З РИХЛОЮ УПАКОВКОЮ СЕГМЕНТІВ

Досліджено характеристичний склад і будову інтермолекулярних полікомплексів на основі полівінілового спирту і поліакриламідів з рихлою упаковкою полімерних сегментів. Методами швидкісної седиментації та віскозиметрії визначено гідродинамічні параметри асоціатів ПВС і ПАА у водному середовищі. Встановлено, що  $M_{v,ПВС}$  в інтервалі  $8 \cdot 10^4$ — $1.2 \cdot 10^5$  не впливає на характеристичний склад ІнтерПК. Показано, що частинки ІнтерПК містять значний надлишок ПВС, що вказує на взаємодію з макромолекулами ПАА не індивідуальних молекул, а частково зруйнованих асоціатів ПВС. Обговорено причини утворення ІнтерПК (ПВС+ПАА) з рихлою упаковкою полімерних сегментів.

Інтермолекулярні полікомплекси (ІнтерПК) характеризуються високою термодинамічною спорідненістю компонентів і за комплексом властивостей є перспективними функціональними матеріалами. Серед фундаментальних робіт 1970–1990 рр. по вивченню реакцій утворення, будови і властивостей ІнтерПК, стабілізованих кооперативною системою водневих зв'язків, привертають увагу відкриття "порогових" явищ при комплексоутворенні, оцінка кооперативності взаємодії полімерних партнерів, введення уявлень про характеристичний склад полікомплексів, два рівні кооперативності в інтерполімерних реакціях та відкриття полімерних реакцій заміщення [1–6]. В роботах останнього десятиріччя приваблює пошук нетрадиційних підходів до вивчення динаміки утворення полікомплексів за рахунок Н-зв'язків [7] та розвиток нового напрямку по створенню і дослідженню ІнтерПК за участю блок-кополімерів [8].

Комплексоутворенню поліакриламідів (ПАА) з полівініловим спиртом (ПВС) до недавнього часу приділялось мало уваги. В деяких роботах характеризували окремі властивості сумішей ПВС з ПАА [9,10], однак висновків щодо комплексоутворення між цими полімерами не було зроблено. Навпаки, в ході віскозиметричних досліджень даної системи [9] було встановлено низьке значення параметру  $K_{AB}=0.3$ , тобто низьку ступінь перекриття молекул сорту А (ПВС) та В (ПАА) в розбавленому водному розчині. В роботі [10] при дослідженні фазових рівноваг у водних сумішах ПВС і ПАА було зафіксоване фазове розділення при певних концентраціях і співвідношеннях полімерів, однак до сумішей, в яких утворюється ІнтерПК, дана система не була віднесена. На відміну від цього, в наших попередніх роботах був доведений факт комплексоутворення між даними полімерами і були розпочаті систематичні дослідження реакцій утворення, системи Н-зв'яз-

ків, блочної структури та функціональних можливостей ІнтерПК (ПВС+ПАА) [11–13]. При цьому головна увага була сконцентрована на компактних ІнтерПК, які формуються у водному середовищі при взаємодії високомолекулярного ПАА ( $M_v=4.4 \cdot 10^6$ ) і низькомолекулярного ПВС ( $M_v=4 \cdot 10^4$ ) [11]. Встановлено, що компактні частинки даного ІнтерПК містять значний надлишок ПВС, і це є наслідком взаємодії довгих ланцюгів ПАА (матриць) не з індивідуальними молекулами, а з асоціатами ПВС [13]. Відзначалося, що при зростанні  $M_{v,ПВС}$  до  $8$ — $12 \cdot 10^4$  характер ІнтерПК змінюється: упаковка полімерних сегментів в його частинках стає рихлою [14]. У зв'язку з цим метою даної роботи було визначення характеристичного складу і будови ІнтерПК (ПВС+ПАА) з рихлою упаковкою сегментів.

У роботі використовували ПАА з  $M_v=2.72 \cdot 10^6$  фірми Оріана (Україна) зі ступенем гідролізу акриламідних ланок 11 % мол., а також два зразки ПВС : ПВС1 з  $M_v=8 \cdot 10^4$  фірми Serva (Швеція) та ПВС2 з  $M_v=1.2 \cdot 10^5$ , вироблений в Охтинську (Росія), які містили відповідно 13 та 31 % мас. залишкових ацетатних груп. Утворення в сумішах ПВС і ПАА частинок ІнтерПК з рихлою упаковкою сегментів було встановлено, перш за все, методом віскозиметрії. Зміну величини  $\eta_{\text{пит. сум}} / \sum \eta_{\text{пит. i}}$  в залежності від складу полімерних сумішей відображають дані рис. 1. Екстремальний характер кривих підтверджує факт комплексоутворення між обома зразками ПВС і ПАА, а позитивний характер відхилення співвідношення в'язкостей від одиниці свідчить про рихлу упаковку сегментів компонентів у частинках ІнтерПК [15]. Збільшення відхилення величини відносної в'язкості від одиниці при підвищенні  $M_{v,ПВС}$  вказує на утворення все більш об'ємних частинок ІнтерПК з рихлою упаковкою сегментів компонентів.

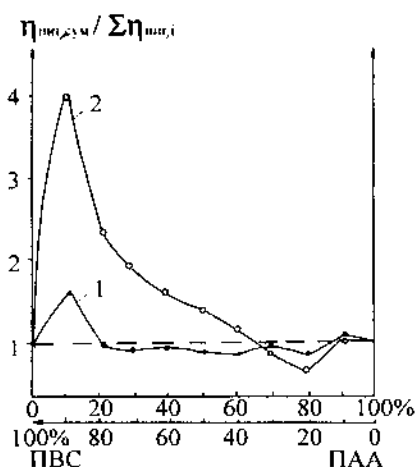


Рис. 1. Залежність величини  $\eta_{\text{пит.сум.}} / \sum \eta_{\text{пит.}i}$  від складу суміші для PVC1+ПАА (1) і PVC2+ПАА (2).  $T=298$  К.

Положення екстремальних точок кривих рис. 1, які характеризують максимальний вихід Інтер-ПК в реакції комплексоутворення, не залежать від молекулярних параметрів PVC (в дослідженому інтервалі їх зміни). Відомо, що в системах, де взаємодіючі полімери мають молекулярну масу, вищу за "порогову" і рівновага реакції між ними повністю зміщена в сторону утворення ІнтерПК, співвідношення полімерів в точці екстремуму залежності  $\eta_{\text{пит.сум.}} / \sum \eta_{\text{пит.}i}$  від складу суміші дорівнює характеристичному складу  $\Phi_{\text{хар}}$  полікомплексу [1], тобто складу, при якому обидва полімери кількісно зв'язані один з одним. В системах, де "порогові" молекулярні маси компонентів невідомі (як у випадку пари PVC+ПАА), необхідно підтвердити відповідність екстремальних точок віскозиметричних кривих значенням  $\Phi_{\text{хар}}$  полікомплексів окремими експериментами.

Для комплексів ПАА з PVC1 та PVC2 значення  $\Phi_{\text{хар}}$  встановлювали методом швидкісної седиментації, який широко застосовують для визначення молекулярної маси і ММР полімерів [16—17] та при дослідженні рівноваг комплексоутворення між полімерами [18—19]. Експерименти проводили на аналітичній ультрацентрифугі МОМ 3170 В (Угорщина) зі шлірен-оптичною системою [20]. Коефіцієнти седиментації розраховували за тангенсом кута нахилу залежності  $\ln r = f(t)$ , використовуючи співвідношення [16]:

$$S_c = d \ln r / 4\pi^2 \cdot \omega^2 \cdot dt, \quad (1)$$

в якому  $r$  — відстань від осі ротора до максимуму осідаючого піка,  $\omega$  — швидкість обертання рото-

ра,  $t$  — час седиментації. Коефіцієнт седиментації  $S_0$ , екстрапольований до  $C=0$ , визначали за лінійною залежністю  $1/S_c$  від концентрації розчину [17]:

$$\frac{1}{S_c} = \frac{1}{S_0} (1 + k_s \cdot C). \quad (2)$$

За седиментограмами розраховували також площі відповідних піків  $Q$ , які, як відомо [18, 19], пропорційні концентрації полімеру.

Приклад седиментограм представлений на рис. 2. Седиментограми індивідуальних полімерів в інтервалі досліджених концентрацій мали тільки один пік, в той час як седиментограми сумішей при всіх співвідношеннях, крім PVC : ПАА = 9:1, містили два піки. Розраховані  $S_c$  та  $Q$  представлені в табл. 1, 2. При зростанні концентрації PVC чи ПАА значення  $S_c$  послідовно зменшуються (табл. 1), а значення  $1/S_c$  лінійно зростають (рис. 3, а), що є типовим для нейногенних полімерів з непротікаючими макроклубками, які не змінюють свій стан у дослідженій області концентрацій [16, 17]. Лінійний характер мають також залежності площ седиментаційних піків полімерів від концентрації (рис. 3, б). Значення  $S_0$  наведені внизу табл. 1. Привертають увагу більш високі значення  $S_0$  для низькомолекулярних PVC1 та PVC2, ніж для високомолекулярного ПАА, що вказує на сильну асоціацію коротких ланцюгів PVC у водному середовищі і узгоджується з іншими дослідженнями водних розчинів даного полімеру [21]. За тангенсом кута нахилу цих прямих розраховували параметр  $k_s$  із співвідно-

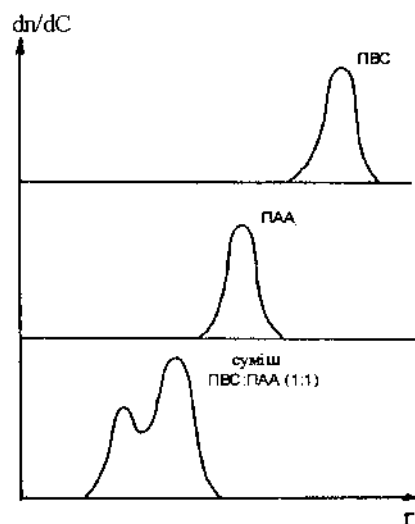


Рис. 2. Седиментограми водних розчинів PVC1 і ПАА, а також їх суміші складу 1:1 через 45 хв після розгону ультрацентрифуги.  $\omega=4 \cdot 10^4$  об·хв<sup>-1</sup>,  $T=295$  К,  $C_{\text{PVC}}=C_{\text{ПАА}}=0.5$  кг·м<sup>-3</sup>.

Т а б л и ц я 1

Коефіцієнти седиментації для розчинів ПВС і ПАА та полімерних сумішей

Склад суміші ПВС+ПАА	Концентраційний коефіцієнт седиментації ( $S_v$ )						
	ПВС1	ПВС2	ПАА	ПВС1 + ПАА		ПВС2 + ПАА	
				1-й пік	2-й пік	1-й пік	2-й пік
9:1	2.50	3.32	4.22	2.14	—	3.01	—
7:3	3.19	3.93	2.51	1.70	1.66	2.08	1.61
5:5	3.84	4.82	1.78	1.41	1.39	1.59	1.57
2:8	5.70	7.32	1.25	1.12	1.09	1.18	1.51
1:30	—	—	1.06	—	0.97	—	—

Т а б л и ц я 2

Площі седиментаційних піків для ПВС і ПАА та полімерних сумішей

Склад суміші ПВС+ПАА	Площа седиментаційних піків, умовні одиниці				
	ПВС1	ПВС2	ПАА	ПВС1+ПАА (1-й пік)	ПВС2+ПАА (1-й пік)
9:1	57	44	6	67	68
7:3	44	34	20	64	59
5:5	32	24	28	47	36
2:8	13	9	47	21	15

шення Гралена (формула (2)).

Далі визначали параметр  $\gamma$ , який зв'язує коефіцієнт  $k_S$  з характеристичною в'язкістю полімерів у розчині:

$$k_S = \gamma[\eta]. \quad (3)$$

Для цього використовували значення  $[\eta] = 0.11$  (ПВС1),  $0.14$  (ПВС2) та  $5.44 \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1}$  (ПАА), знайдені віскозиметричним методом. Як відомо

[17], параметр  $\gamma$  дає певні свідчення про жорсткість макроклукків. Значення  $k_S$  та  $\gamma$  представлені в лівій частині табл. 3. Для багатьох гнучколанцюгових макромолекул у гарних розчинниках параметр  $\gamma$  складає 1.6—1.7 [22], однак при підвищенні жорсткості макроклукків він знижується. Як видно з табл. 3, найбільшу жорсткість мають макроклукки ПАА.

Молекулярна маса полімерних частинок, що осідають у полі ультратрифуги, спочатку розраховували за відомим співвідношенням, аналогічним формулі Марка–Куна–Хаувінка:

$$S_0 = K_S \cdot M^{1-b}. \quad (4)$$

Константи  $K_S = 8.1 \cdot 10^{-13} \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{н}^{-1}$  та  $b = 0.476$ , знайдені лише для ПВС, взяті з роботи [23]. Одержані молекулярні маси для ПВС1 та ПВС2 (табл. 3) є значно вищими, ніж у даних полімерів, (визначені методом віскозиметрії), що вказує на стійкість асоціатів ПВС до дії центробіжного поля і дає можливість розрахувати кількість макромолекул  $Z$ , що входять до складу асоціату (табл. 3). Видно, що в ряду ПВС при зростанні довжини ланцюга молекулярна маса асоціату збільшується, однак кількість окремих макромолекул в ньому зменшується.

Другий метод визначення молекулярних параметрів ПВС і ПАА базувався на інваріанті, який виконується для нейногенних полімерів [24]:

$$M_{k_S} = (N_A / \beta_S)^{3/2} \cdot [S]^{3/2} \cdot k_S^{1/2} \quad (\text{інваріант 1}). \quad (5)$$

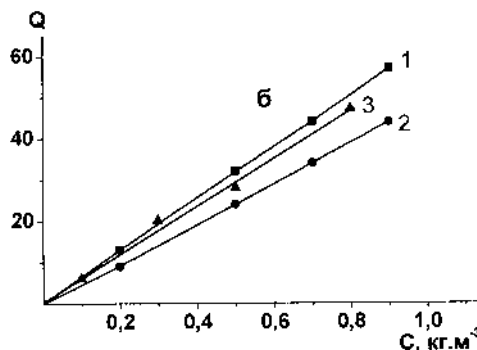
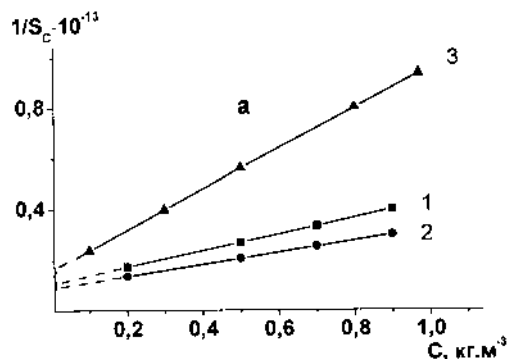


Рис. 3. Концентраційні залежності обернених величин коефіцієнтів седиментації (а) та площі седиментаційних піків (б) для ПВС1 (1), ПВС2 (2) та ПАА (3).  $T = 295 \text{ К}$ .

## Характеристики асоціатів ПВС і ПАА у воді, визначені різними методами

Полі- мер	$k_S^a$ , $\text{м}^3 \cdot \text{кг}^{-1}$	$\gamma^b$	Залежність $S_0 = K_S \cdot M^{1-b}$			Інваріант 1			Інваріант 2		
			$M \cdot 10^{-6}$	$Z^b$	$f_0^{\Gamma} \cdot 10^9$ , $\text{кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot$ $\text{кмоль}^{-1}$	$M_{kS} \cdot 10^{-6}$	$Z_{kS}$	$f_{0(kS)}^{\Gamma} \cdot 10^9$ , $\text{кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot$ $\text{кмоль}^{-1}$	$M_{\eta S} \cdot 10^{-6}$	$Z_{\eta S}$	$f_{0(\eta S)}^{\Gamma} \cdot 10^9$ , $\text{кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot$ $\text{кмоль}^{-1}$
ПВС1	2.94	26.73	0.70	9	0.37	4.51	56	2.37	7.81	98	4.10
ПВС2	2.63	18.78	0.97	8	0.43	5.48	46	2.43	11.34	94	5.03
ПАА	5.20	0.96	—	—	—	4.74	2	2.91	43.50	16	26.69

<sup>a</sup> Коефіцієнт концентраційної залежності  $1/S_c = f(C)$ ; <sup>b</sup> параметр жорсткості макроклубків; <sup>c</sup> кількість макромолекул в асоціаті; <sup>Г</sup> коефіцієнт поступального тертя для асоціатів макроклубків.

У цій формулі  $\beta_S = 1 \cdot 10^7 \text{ моль}^{-1/3}$  — константа, яка не залежить від молекулярної маси та природи полімеру;  $[S]$  — характеристичний коефіцієнт седиментації [24].

Визначені цим методом величини  $M_{kS}$  та  $Z_{kS}$  для ПВС (табл. 3) мали суттєво більші значення, ніж величини  $M$  та  $Z$ , розраховані за формулою (4). Однак найбільші значення молекулярної маси осідаючих частинок та параметра  $Z$  дав третій метод розрахунку, оснований на відомому інваріанті Флорі–Манделькерна [22]:

$$M_{\eta S}^{2/3} = S_0 \cdot R \cdot \eta_0 \cdot [\eta]^{1/3} \quad (\text{інваріант 2}), \quad (6)$$

в якому  $R$  — газова константа;  $\eta_0$  — динамічна в'язкість розчинника,  $A_0$  — константа Флорі–Манделькерна ( $3.2 \cdot 10^{-17} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{град}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1/3}$ );  $V$  — парціальний питомий об'єм полімеру в даному розчиннику,  $\rho_0$  — щільність розчинника.

Зазначимо, що при розрахунках за формулами (5), (6) використовували значення  $V_{\text{ПВС}} = 7.05 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1}$  з роботи [23] та  $V_{\text{ПАА}} = 7.65 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1}$ , визначене пікнометричним методом [17]. В табл. 3 представлені також відповідні значення коефіцієнта поступального тертя  $f_0$  (при  $C=0$ ), розраховані на основі одержаних значень молекулярної маси,  $S_0$  та співвідношення:

$$f_0 = \frac{M(1 - V \cdot \rho_0)}{N_A \cdot S_0}. \quad (7)$$

Видно, що серед досліджених полімерних зразків найбільше значення  $f_0$  характерне для ПАА. Аналізуючи коректність отриманих різними методами значень  $M$  та  $Z$ , слід зауважити, що, на жаль, невідомо, для якого інтервалу молекулярних мас та концентрацій ПВС у воді визначали константи  $K_S$  та  $b$  з формули (4) в роботі [23]. Крім того, асоціати ПВС демонструють прин-

ципову різницю в поведінці в капілярному віскозиметрі, де вони руйнуються під дією гідродинамічного поля зсуву, та в швидкісній центрифугі, де вони зберігають стійкість. Таким чином, можна вважати найбільш коректними значення  $M_{kS}$  та  $Z_{kS}$ , розраховані на основі даних одного методу — швидкісної седиментації. Значна кількість макромолекул в асоціатах ПВС1 та ПВС2 корелює з поганою розчинністю цих полімерів у воді.

Розглянемо дані швидкісної седиментації для полімерних сумішей різного складу (табл. 1,2). Як відзначалося вище, при співвідношенні ПВС : ПАА = 9:1 в сумішах ПАА з ПВС1 та ПВС2 спостерігається один інтенсивний седиментаційний пік, площа якого перевищує відповідні площі індивідуальних компонентів. Це дає підстави віднести його до піку виходу ІнтерПК характерного складу  $\phi_{\text{хар}}$ , при якому в розчині не залишається вільних полімерних компонентів. При співвідношеннях полімерів 7:3, 5:5 та 2:8 на седиментограмах обох сумішей спостерігались два піки (табл. 2). Перший з них мав велику площу, яка, за виключенням складу 2:8, була більшою, ніж відповідні площі окремих компонентів. На цій основі він був віднесений до піку виходу ІнтерПК. Другий пік мав меншу площу при співвідношеннях полімерів 7:3 та 5:5 і більшу площу при співвідношенні 2:8, тобто при великій концентрації ПАА. В суміші складу 1:30 знову спостерігався лише один пік, площа якого практично дорівнювала площі піку виходу індивідуального ПАА. Очевидно, що при такій низькій концентрації ПВС у суміші пік виходу ІнтерПК маскувався інтенсивним піком індивідуального ПАА. Важливо відзначити, що в області зміни співвідношень полімерів  $\phi < \phi_{\text{хар}}$  весь ПВС повинен входити у склад ІнтерПК і в надлишку можуть бути

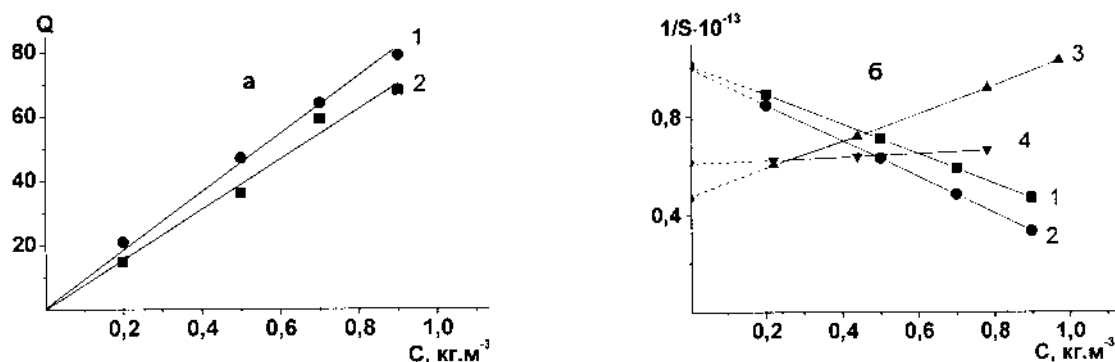


Рис. 4. Концентраційні залежності площ 1-х седиментаційних піків сумішей (а) та обернених коефіцієнтів седиментації 1-х і 2-х піків сумішей (б) для ПВС1+ПАА: 1 — 1-й пік; 3 — 2-й пік та ПВС2+ПАА; 2 — 1-й пік; 4 — 2-й пік.  $T=295\text{ K}$ .

лише макромолекули ПАА. В цьому випадку залежність площі піку виходу ІнтерПК (1-й пік суміші) від концентрації ПВС може бути критерієм постійності чи зміни складу полікомплексу при варіюванні відносної концентрації полімерів у розчині [18, 19]. Як видно з рис. 4, а, для перших піків сумішей ПАА з ПВС1 та ПВС2 спостерігається лінійна залежність  $Q$  від концентрації низькомолекулярного компоненту, що є безумовним доказом незмінності складу обох ІнтерПК при різних співвідношеннях взаємодіючих полімерів [18, 19].

Спираючись на встановлені значення  $\Phi_{\text{хар}}$  ІнтерПК, а також їх незалежність від складу полімерних сумішей, розраховували концентраційні залежності обернених коефіцієнтів седиментації 1-х та 2-х піків сумішей (рис. 4, б), а за їх екстраполяцією до  $C=0$  — значення  $S_0$  (табл. 1). При цьому для 1-х піків використовували концентрації ІнтерПК (прямі 1,2) а для 2-х піків — залишкову концентрацію незв'язаного ПАА (прямі 3,4). Привертає увагу протилежний характер зміни  $1/S_c$  від  $C$  для ІнтерПК у порівнянні з індивідуальними полімерами (рис. 3, а), а саме: зменшення  $1/S_c$  при зростанні концентрації полікомплексів.

Відомо, що такого роду залежності  $1/S_c=f(C)$  притаманні процесам осідання в полі ультрацентрифуги поліелектролітів та рихлих сітчастих структур [16]. У першому випадку це обумовлено різною швидкістю руху макроїонів та низькомолекулярних протийонів, в результаті чого макроїони все більше набухають по мірі їх осідання [16]. У другому випадку такий ефект пов'язаний з проникливістю сітки для розчинника [16]. Таким чином, зменшення  $1/S_c$  з ростом  $C$ , що спостерігається для обох полікомплексів, є безпосереднім підтвердженням їх рихлої асоціативної структури, встановленої методом віскозиметрії (рис. 1).

Слід відзначити також зміну седиментаційних характеристик залишкового ПАА, незв'язаного в полікомплекс (рис. 4, б, прямі 3,4), у порівнянні з параметрами індивідуального ПАА (рис. 3, а, пряма 3). Можливі дві причини цього явища: зміна при взаємодії з ПВС1 чи ПВС2 ММР залишкового ПАА та руйнування асоціатів ПАА в процесі комплексоутворення. Можливо також накладання обох ефектів. Дійсно, ефект вибіркової швидкості щодо довжини ланцюга при взаємодії різних полімерних партнерів добре відомий [25]. Завдяки йому з макромолекулами ПВС будуть взаємоді-

Т а б л и ц я 4

Склад ІнтерПК в системі ПВС+ПАА в залежності від компонентів

ІнтерПК	Характеристичний склад полікомплексу			Розрахований склад ІнтерПК *, мольПВС/мольПАА
	$w_{\text{ПВС}}/w_{\text{ПАА}}$	мольПВС/мольПАА	осн-мольПВС/ осн-мольПАА	
ПВС1+ПАА	9	306	14	22
ПВС2+ПАА	9	204	12	17

\* У припущенні повного витягування ланцюгів ПВС (1:1 осн-мольПВС/осн-мольПАА) вздовж матриці — ланцюга ПАА.

яти найбільш довгі ланцюги ПАА, що і приведе до зміни ММР надлишкового (у порівнянні з  $\Phi_{\text{хар}}$ ) ПАА. З іншого боку, відомі процеси дезагрегації макромолекул при їх комплексоутворенні [26], однак найбільш вірогідною, на нашу думку, є спільна дія обох цих факторів.

Таким чином, дані швидкісної седиментації для двох полімерних сумішей ПВС з ПАА, в яких утворюються ІнтерПК з рихлою упаковкою сегментів, підтвердили коректність використання складу суміші полімерів в точках максимумів віскозиметричних кривих як значень  $\Phi_{\text{хар}}$  (табл. 4). Встановлено, що  $M_{\text{вПВС}}$  у дослідженому інтервалі її змін не впливає на характеристичний склад ІнтерПК. Показово також, що всі ІнтерПК містять значний надлишок ПВС (табл. 4). Цей факт дає підстави вважати, що з макромолекулами ПАА взаємодіють не індивідуальні макромолекули ПВС, а частково зруйновані асоціати ПВС. Об'ємні рихлі асоціати ПВС1 і ПВС2, зв'язуючись з макромолекулами ПАА та між собою, очевидно, і забезпечують утворення частинок ІнтерПК з рихлою упаковкою полімерних сегментів.

**РЕЗЮМЕ.** Исследован характеристический состав и строение интермолекулярных поликомплексов на основе поливинилового спирта и полиакриламида с рыхлой упаковкой полимерных сегментов. Определены гидродинамические параметры ассоциатов ПВС и ПАА в водной среде. Установлено, что  $M_{\text{вПВС}}$  в интервале  $8 \cdot 10^4$ — $1.2 \cdot 10^5$  не влияет на характеристический состав ИнтерПК, а значительный избыток ПВС в частичках ИнтерПК указывает на взаимодействие с макромолекулами ПАА не индивидуальных молекул, а частично разрушенных ассоциатов ПВС. Обсуждены причины образования ИнтерПК (ПВС+ПАА) с рыхлой упаковкой сегментов.

**SUMMARY.** The characteristic content and structure of intermolecular polycomplexes based on poly(vinyl alcohol) and polyacrylamide with the friable packing of polymer segments were investigated. The hydrodynamic parameters of PVA and PAA associates in the water medium were determined. It was established that  $M_{\text{вПВС}}$  in the interval  $8 \cdot 10^4$ — $1.2 \cdot 10^5$  does not influence on the characteristic content of InterPC, but the significant surplus of PVA the InterPC particles points on the PAA macromolecules interaction not with individual molecules, but with partially destroyed PVA associates. The reasons of InterPC (PVA+PAA) formation with the friable packing of segments are discussed.

1. Кабанов В.А., Паписов И.М. // Высокомолекуляр. соединения. -1979. -**A21**, № 2. -С. 243—281.
2. Tsuchida E., Osada Y., Ohno N. // J. Macromol. Sci.

-1980. -**17**, № 4. -Р. 686—714.

3. Baranovsky V.Yu., Litmanovich A.A., Papisov I.M., Kabanov V.A. // Europ. Polym. J. -1981. -**17**, № 9. -Р. 969—979.
4. Зезин А.Б., Луценко В.В., Изумрудов В.А., Кабанов В.А. // Высокомолекуляр. соединения. -1974. -**A16**, № 3. -С. 600—604.
5. Паписов И.М., Барановский В.Ю., Кабанов В.А. // Там же . -1975. -**A17**, № 9. -С. 2104—2111.
6. Паписов И.М., Некрасова Н.А., Паутов В.Д., Кабанов В.А. // Докл. АН СССР. -1974. -**214**, № 4. -С. 861—864.
7. Шайхутдинов Е.М., Абдиев К.Ж., Журсумбаева М.Б., Хусаин С.Х. // Коллоид. журн. -2001. -**63**, № 6. -С. 850—854.
8. Liu Q., Du Wijn J.P., Van Blitterswijk C.A. // Eur. Polym. J. -1997. -**33**, № 7. -Р. 1041—1047.
9. Staszewska D., Bohdanecky M. // Europ. Polym. J. -1981. -**17**. -Р. 245—248.
10. Hefford R.J. // Polymer. -1984. -**25**. -Р. 979—984.
11. Пермякова Н.М., Желтоножская Т.Б., Демченко О.В. и др. // Укр. хим. журн. -2002. -**68**, № 9. -С. 57—62.
12. Пермякова Н.М., Желтоножская Т.Б., Демченко О.В. и др. // Там же. -2002. -**68**, № 10. -С. 123—128.
13. Пат. України UA № 17242 А, С 02F1/56, В 01D 21/01. -Опубл. 1997.
14. Zheltonozhskaya T., Motot L., Permyakova N. et al. // Abstr. Polymers of Special Applications. Radom (Poland). -2000. -Р. 132, 133.
15. Будтова Т.В., Бельникевич Н.Г., Иванова Н.П. и др. // Высокомолекуляр. соединения. -1991. -**A33**, № 8. -С. 1664—1668.
16. Нефедов П.П., Лавренко П.Н. Транспортные методы в аналитической химии полимеров. -Л.: Химия, 1979.
17. Сказка В.С. Седиментационно-диффузионный анализ полимеров в растворе. - Л.: Изд-во ЛГУ, 1985.
18. Кабанов В.А., Мустафаев М.И., Гончаров В.В. // Высокомолекуляр. соединения. -1981. -**A23**, № 2. -С. 261—270.
19. Ермакова Л.Н., Нусс П.В., Касакин В.А. и др. // Там же. -1983. -**A25**, № 7. -С. 1391—1399.
20. Рабек Я. Экспериментальные методы в химии полимеров. -М.: Мир, 1983. -Т.1.
21. Пахомов П.М., Хижняк С.Д., Nordmeier E. и др. // Высокомолекуляр. соединения. -2002. -**B44**, № 6. -С. 1059—1063.
22. Цветков В.Н. Жесткоцепные полимерные молекулы. -Л.: Наука, 1986.
23. Нестеров А.Е. Свойства растворов и смесей полимеров. Справочник по физической химии полимеров. / Под общ. ред. Ю.С. Липатова. -Киев: Наук. думка, 1984. -Т. 1.
24. Павлов Г.М., Тарабукина Е.Б., Френкель С.Я. // Завод. лаборатория. -1995. -**61**, № 8. -С. 1—4.
25. Паписов И.М., Литманович А.А. // Высокомолекуляр. соединения. -1977. -**A19**, № 4. -С. 716—722.
26. Луценко В.В., Зезин А.Б., Каложная Р.И. // Там же. -1974. -**A16**, № 11. -С. 2411—2417.