

ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ

Том (A) XIV

СОЕДИНЕНИЯ

1972

№ 2

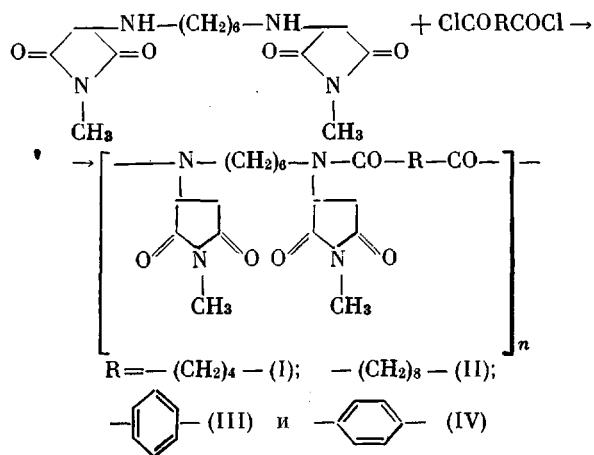
УДК 541.64:542.954

СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ ПОЛИАМИДОИМИДОВ НОВОГО ТИПА

Т. А. Калинина, Т. В. Шереметева, Н. А. Ромашина

Установленное в работах [1, 2] четкое проявление бифункционального характера непредельных циклических имидов при реакции с аминами и аммиаком позволило предложить простые промышленные методы синтеза ряда новых ди- и полифункциональных мономеров и полимеров со смешанными функциями регулярного строго заданного строения [3—9].

Как сообщено в [10], описанные ранее димииды алкилен-бис-аспартиновых кислот [7, 8], содержащие в каждой молекуле две вторичные аминогруппы, могут быть использованы в качестве диаминной компоненты при конденсации с хлорангидридами дикарбоновых кислот. В результате этой реакции образуются с хорошими выходами полиамиды, у которых все водородные атомы амидных групп замещены на реакционноспособные сукцинимидные циклы.



Синтез и изучение полииамидоимидов этого типа представляет безусловный теоретический и практический интерес. До настоящего времени пути модификации полииамидов очень ограничены вследствие малой реакционноспособности амидных групп и отсутствия подходящих растворителей. Наличие имидных циклов в боковых подвесках открывает возможность полимераналогичных превращений без затрагивания основной цепи полимера.

Это позволит, с одной стороны, установить зависимость конформации макромолекулы, ее оптических и гидродинамических свойств не только от строения основной цепи полииамидоимида, но и от степени и характера превращения имидных групп, а с другой — создать материалы с широкой гаммой свойств.

Результаты и их обсуждение

Получение полиамидоимидов. Первыми объектами исследования были выбраны стереоизомерные N,N'-гексаметилен-бис-аспарагин-(N-метил)диимиды. Как указано в [7, 8], при синтезе диимидов алкилен-бис-аспарагиновых кислот из N-алкилмалеинимида и диамина образуются два изомера вследствие возникновения двух асимметрических атомов углерода. Изомеры удается разделить, пользуясь их различной растворимостью в органи-

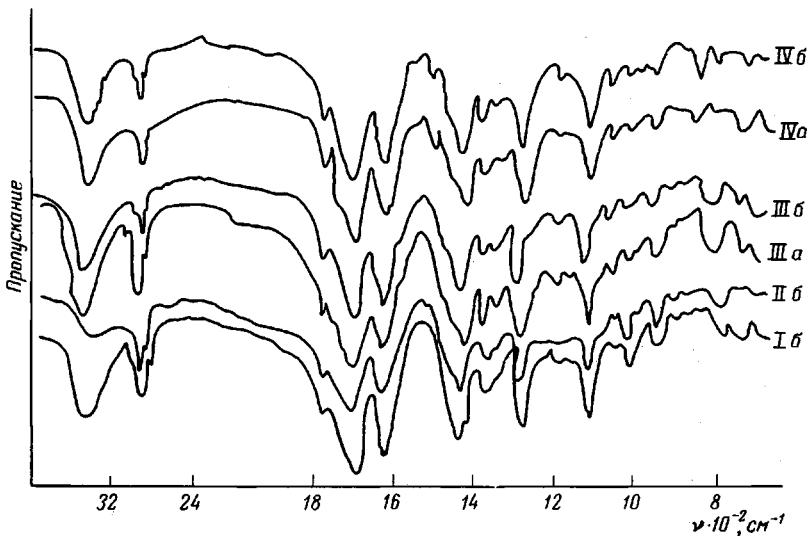


Рис. 1. ИК-спектры полиамидоимидов. Номера спектров соответствуют обозначениям полимеров в табл. 2

ческих растворителях. Некоторые свойства изомерных диимидов и их производных представлены в табл. 1.

Предполагается, что высокоплавкий диимид Б является мезоформой, а низкоплавкий А — рацемической смесью *dd'*- и *ll'*-оптически активных изомеров.

Изучали межфазную поликонденсацию этих диаминодиимида с хлорангидридами фталевой, изофталевой, адипиновой и себациновой кислот, а также исследовали некоторые свойства и полимераналогичные превращения полученных полиамидоимидов. Реакцию конденсации проводили на границе раздела бензол — вода, хлороформ — вода при объемном соотношении фаз 1:1. В качестве акцептора хлористого водорода применяли

Таблица 1

Изомерные N,N'-гексаметилен-бис-аспарагин-(N-метил)диимиды

Условное обозначение диимида	Т. пл., °C	Мол. вес *	Производные					
			дихлоргидрат		динитропроизводное		тетрамид	
			Cl, %	т. пл., °C	N, %	т. пл., °C	N, %	т. пл., °C
А	74,5—75,5	342	17,45	216—217	19,95	150—151	21,20	182—183
		338	17,27		21,21		21,01	
Б	114—115	338	17,40	223—224	21,40	163—164	20,96	204—205
		338	17,27		21,21		21,01	

* В числителе — найдено титрованием в воде; в знаменателе — вычислено.

триэтиламин, бикарбонат натрия, окись магния. Процесс осуществляли при комнатной температуре и энергичном перемешивании (5000—6000 об/мин). Полученные полимеры очищали переосаждением из муравьиной кислоты и диметилформамида (ДМФА) в воду. Элементарные составы полученных полимеров соответствовали составам, рассчитанным для звена полимера.

В ИК-спектрах (рис. 1) полиамидоимидов наблюдаются полосы поглощения 1700 и 1780 cm^{-1} , относящиеся к валентным колебаниям группы $\text{C}=\text{O}$ в пятичленном имидном цикле, а также полоса поглощения 1640 cm^{-1} , характерная для валентного колебания $\text{C}=\text{O}$ в цепи при третичном атоме азота.

Как видно из табл. 2, полииамидоимиды, полученные из изомерных димида и хлорангидрида терефталевой кислоты, заметно отличаются по растворимости.

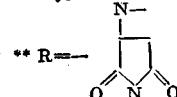
Интересно отметить, что для полизофталилгексаметилендиимида (на основе высокоплавкого изомера) наблюдается резкая зависимость вязкости от вида растворителя.

Таблица 2

Выход и некоторые свойства полимеров

Обозначение полимеров*	Формула элементарного звена **	Выход, %	$[\eta]_{20}^{\text{D}} \text{ в } \text{ж-креволе при } 0,4\text{ г}$	Т. пл., °С	Растворимость ***
I6	$-\overset{\text{R}}{\text{N}}-(\text{CH}_2)_6-\overset{\text{R}}{\text{N}}-\text{CO}-(\text{CH}_2)_4-\text{CO}-$	49	0,24	162—172	Ацетон, ДМФА, DMAA, CHCl_3 , HCOOH
II6	$-\overset{\text{R}}{\text{N}}-(\text{CH}_2)_6-\overset{\text{R}}{\text{N}}-\text{CO}-(\text{CH}_2)_6-\text{CO}-$	50	0,28	120—130	DMAA, ДМФА, CHCl_3 , бензиловый спирт, <i>m</i> -крезол, HCOOH
IIIa	$-\overset{\text{H}}{\text{N}}-(\text{CH}_2)_6-\overset{\text{R}}{\text{N}}-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}-$	89	0,36	200—208	ДМФА, ФА, HCOOH , DMAA, <i>m</i> -крезол
III6	$-\overset{\text{R}}{\text{N}}-(\text{CH}_2)_6-\overset{\text{R}}{\text{N}}-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}-$	86,6	0,56	215—225	ДМФА, ФА, HCOOH , DMAA, <i>m</i> -крезол
IVa	$-\overset{\text{R}}{\text{N}}-(\text{CH}_2)_6-\overset{\text{R}}{\text{N}}-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}-$	85	0,48	214—222	ДМФА, <i>m</i> -крезол, HCOOH
IV6	$-\overset{\text{R}}{\text{N}}-(\text{CH}_2)_6-\overset{\text{R}}{\text{N}}-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}-$	97	1,3	230—240	HCOOH , <i>m</i> -крезол,

* Буквы в обозначении полимеров соответствуют обозначениям исходных изомеров в табл.



*** DMAA — диметилацетамид.

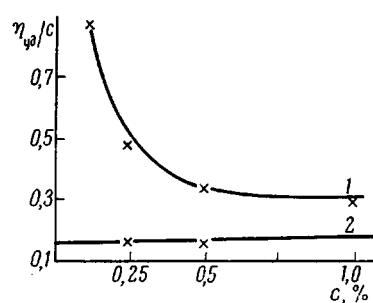


Рис. 2. Зависимость $\eta_{\text{уд}} / c$ от концентрации полииамидоамида кислоты V в ДМФА (I) и ФА (2)

Склонность этих полиамидов к контрактации можно наблюдать даже невооруженным глазом. Полимер из ДМФА осаждается в эфир в виде белого порошка, который после удаления растворителя при 60° превращается в мелкие прозрачные шарики.

Необходимо подчеркнуть, что вследствие наличия имидных циклов в исходной диаминной компоненте требуется очень тщательная подготовка и постановка эксперимента. Целесообразно строгое соблюдение температурного режима.

Было показано, что нагревание до $45-50^{\circ}$ в начале процесса диамино-димида с акцептором (NaHCO_3) привело к полному гидролизу имидных

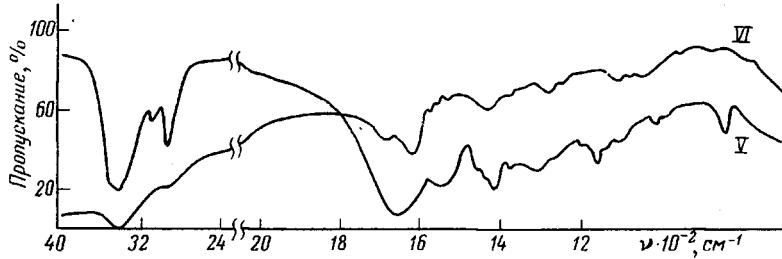


Рис. 3. ИК-спектр полиамидоамидокислоты V и полимера VI

циклов. Гидролизованный мономер вступил в поликонденсацию с дихлорангидридом изофталевой кислоты, что привело к получению полиамидоамидокислоты. Свойства этого полимера, естественно, резко отличались от свойств полиамидоимидов (табл. 3).

Вязкость полиамидоамидокислоты определена в формамиде (ФА) и ДМФА. В ДМФА наблюдается аномальная зависимость вязкости от разбавления, характерная для полиэлектролитов (рис. 2).

В ИК-спектре (рис. 3) отсутствуют полосы поглощения 1700 и 1780 см^{-1} , характерные для валентных колебаний $\text{C}=\text{O}$ -группы в пятичленном имидном цикле.

Таблица 3

Свойства полиамидоамидокислот и некоторых их производных

Обозначение полимеров	Элементарное звено полимера	Выход, %	$[\eta]$ при $20^{\circ}, \text{d}_{4/2}$	Т. пл., $^{\circ}\text{C}$	Растворимость
V	$\begin{array}{c} -\text{N}-\text{(CH}_2)_6-\text{N}-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}- \\ \qquad \\ \text{CH}-\text{CH}_2\text{COOH} \qquad \text{CHCH}_2\text{COOH} \\ \qquad \\ \text{CONHCH}_3 \qquad \text{CONHCH}_3 \end{array}$	43	0,6 (в <i>m</i> -крезоле)	210-225	ДМФА, ФА, DMAA, <i>m</i> -крезол, HCOOH
VI	$\begin{array}{c} -\text{N}-\text{(CH}_2)_6-\text{N}-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}- \\ \qquad \\ \text{CH}-\text{CH}_2\text{CONHCH}_3 \qquad \text{CH}-\text{CH}_2\text{CONHCH}_3 \\ \qquad \\ \text{CONHCH}_3 \qquad \text{CONHCH}_3 \end{array}$	100	0,12 (в 2н. NaCl)	193-198	Вода, ДМФА, ФА, <i>m</i> -крезол
VII	$\begin{array}{c} -\text{N}-\text{(CH}_2)_6-\text{N}-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}- \\ \qquad \\ \text{CH}-\text{CH}_2\text{COONa} \qquad \text{CH}-\text{CH}_2\text{COONa} \\ \qquad \\ \text{CONHCH}_3 \qquad \text{CONHCH}_3 \end{array}$	91	0,26 (в 2н. NaCl)	218-226	Вода, уксусная кислота, метанол
VIII	$\begin{array}{c} -\text{N}-\text{(CH}_2)_6-\text{N}-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}- \\ \qquad \\ \text{CH}-\text{CH}_2\text{COONa} \qquad \text{CH}-\text{CH}_2\text{COONa} \\ \qquad \\ \text{CONHCH}_3 \qquad \text{CONH}_2 \end{array}$	70	0,6 (в 0,5н. NaCl)	>320	То же

Изучение полимераналогичных превращений. Аминолиз имидных циклов полимера IVб проводили водным раствором метиламина. К полимеру, предварительно набухшему в ДМФА, прибавляли избыток 25%-ного водного раствора метиламина. Через несколько часов полимер полностью переходил в раствор. После упаривания воды при комнатной температуре твердый остаток переосаждали из ДМФА в ацетон и высушивали при 50°.

В ИК-спектре полиамида отсутствуют полосы поглощения 1700 и 1780 см^{-1} , характерные для С — О-группы в пятичленном имидном цикле (рис. 3).

Щелочной гидролиз IVб ($[\eta] = 0,3$) проводили разбавленными растворами NaOH. К навеске полимера прибавляли эквивалентное количество щелочи, и реакционную смесь термостатировали при 19°. Через определенные промежутки времени непрореагированную щелочь оттитровывали 0,1 н. раствором HCl в присутствии фенолфталеина. Экспериментальные данные приведены в табл. 4 и на рис. 4. Процент превращения рассчитывали по формуле

$$A = ((a - b) / a) \cdot 100,$$

где a — расход HCl (мл) на титрование эквивалентного количества щелочи, b — расход HCl (мл) на титрование непрореагированной щелочи. Скорость реакции гидролиза рассчитана по следующей формуле:

$$v = \frac{\Delta V \cdot \mathcal{E} \cdot N \cdot 10^{-3}}{t},$$

где N — нормальность кислоты, t — время, сек, ΔV — объем HCl, пошедшего на реакцию, \mathcal{E} — эквивалент полиамидоимида.

Из данных, приведенных в табл. 4, видно, что константа гидролиза полиамидоимида практически не меняется в течение всего процесса. Это свидетельствует об одинаковой реакционной способности обоих имидных циклов. Установлено, что скорость реакции гидролиза прямо пропорциональна квадрату концентрации ионов гидроксила. Реакция соответствует уравнению второго порядка по иону гидроксила. Скорость реакции достаточно высока: 100%-ная конверсия наблюдается через 3 часа при взаимодействии полимера IVб ($\eta = 0,3$) с 0,1 н. раствором NaOH. Установлено также, что в избытке щелочи не наблюдается дальнейшего расхода щелочи после достижения 100%-ной конверсии. Следовательно, полиамидоимиды могут быть легко превращены в полиамидоамидокислоты без разрушения основной цепи макромолекулы.

С этой целью проведена реакция щелочного гидролиза всех имидных циклов, в результате которой выделены и охарактеризованы натриевые соли полиамидоамидокислот (табл. 3).

Экспериментальная часть

Исходные вещества. Хлорангидриды адипиновой, себациновой, изофталевой и терефталевой кислот были получены нагреванием соответствующей кислоты с хлористым тионилом в присутствии 1% третичного амина (триэтиламина) в течение 10 час.

Хлорангидриды перегоняли в вакууме. Хлорангидриды изофталевой и терефталевой кислот очищали дополнительно перекристаллизацией из петролейного эфира; т. пл. 42 и 81° соответственно (по литературным данным т. пл. 42—43 и 83° [11]).

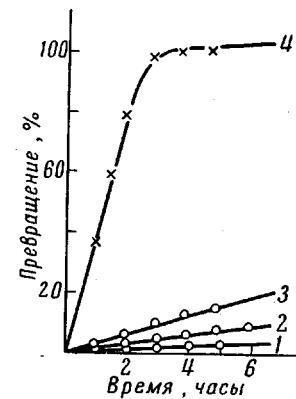


Рис. 4. Скорость гидролиза полиамидоимида IVб раствором NaOH мольной концентрации 0,01164 (1); 0,02295 (2); 0,03439 (3) и 0,1084 (4)

Таблица 4

Скорость гидролиза полимера IVб

Время, часы	Концентрация щелочи	Превращение, %	$v \cdot 10^4, \text{г-экв/л-сек}$	$[\text{ОН}^-] \cdot 10^4, \text{г-экв/л}$	$[\text{ОН}^-]^2 \cdot 10^8, \text{г-экв}^2/\text{л}$	Константа скорости гидролиза $k, \text{д/г-экв-сек}$
1 2 3 4 5	0,01161 н.	0,75	0,30	1,934	3,72	0,80
		0,93	0,30	1,862	3,45	0,87
		1,30	0,28	1,793	3,20	0,87
		2,04	0,25	1,733	2,98	0,85
		2,40	0,21	1,676	2,78	0,75
$k_{cp} = 0,83$						
1 2 3 4 5 6	0,02295 н.	2,00	1,08	3,768	14,2	0,75
		3,00	1,02	3,490	11,5	0,88
		4,32	0,84	3,244	10,2	0,82
		5,50	0,72	3,037	9,0	0,80
		7,14	0,84	2,909	8,4	1,00
		8,87	0,84	2,665	6,7	
$k_{cp} = 0,85$						
1 2 3 4 5	0,03139 н.	3,45	2,00	5,066	25,0	0,80
		7,67	1,80	5,557	20,25	0,90
		10,55	1,40	4,127	16,90	0,83
		13,10	1,30	3,912	15,20	0,85
		15,80	1,30	3,862	14,40	0,83
$k_{cp} = 0,84$						

Хлорангидрид адипиновой кислоты — т. кип. 127—130° / 12 мм; хлорангидрид себациновой — 185—187° / 20 мм.

Диамины очищены в соответствии с методикой [8].

Получение полиадипинилгексаметилендиимида Iб. К раствору 2 г солянокислой соли N,N'-гексаметилен-бис-аспарагин-(N-метил)диимида Б (т. пл. соли 223—224°) в 30 мл воды при перемешивании прибавляли раствор 0,96 г дихлорангидрида адипиновой кислоты в 30 мл хлороформа. В качестве акцептора HCl использовали бикарбонат натрия. Реакцию проводили при комнатной температуре. Концентрация диамина в воде и хлорангидрида в хлороформе — по 0,2 моль/л. Полученный полимер промывали водой и метанолом; выход 1,77 г (60%); т. пл. 162—172°. Найдено, %: N 13,0. C₂₂H₃₂N₄O₆. Вычислено, %: N 12,2. $[\eta] = 0,24$ при 20° в м-крезоле.

Получение полисебацинилгексаметилендиимида IIб. К раствору 1,5 г солянокислой соли диимида Б (т. пл. соли 223—224°) в 30 мл воды прибавляли раствор 0,67 г дихлорангидрида себациновой кислоты в 30 мл бензола. В качестве акцептора HCl использовали бикарбонат натрия, реакцию проводили при комнатной температуре. Концентрация диамина в воде и хлорангидрида в бензоле — по 0,13 моль/л. Выход полимера 1,39 г (59%); т. пл. 155—160°. Найдено, %: C 61,62; H 8,12; N 10,99. C₂₆H₄₀N₄O₆. Вычислено, %: C 61,9; H 7,99; N 11,11. $[\eta] = 0,3$ в м-крезоле при 20°.

Получение полизофталилгексаметилендиимида IIIа. 2,48 г N,N'-гексаметилен-бис-аспарагин-(N-метил)диимида А (т. пл. 74—75°) растворяли в 20 мл воды при нагревании до 30—40°, к охлажденному раствору прибавляли раствор 1,48 г дихлорангидрида изофталевой кислоты в 20 мл бензола. Акцептор — бикарбонат натрия (1,23 г). Полимер, представляющий собой белую вязкую массу, был отфильтрован, промыт холодной и горячей водой и спиртом. После обработки полимер превращался в порошок, который высушивали в вакууме, а затем очищали переосаждением из ДМФА в метанол. Выход 3 г (89%); т. пл. 200—208°; $\eta_{sp} = 0,39$ в м-крезоле при 20°. Найдено, %: C 59,97; H 6,29; N 11,83. C₂₄H₂₈N₄O₆. Вычислено, %: C 61,54; H 6,0; N 11,96.

Получение полизофталогексаметилендиимида IIIб. 1,69 г диимида Б (т. пл. 114—115°) растворяли в 20 мл воды при нагревании до 30—40°. К охлажденному раствору прибавляли 1,01 г дихлорангидрида изофтальевой кислоты в 20 мл бензола, акцептор — 0,84 г бикарбоната натрия. Реакцию проводили при перемешивании в течение 30 мин.

Полимер (белая вязкая масса) отфильтровывали, промывали горячей и холодной водой, спиртом и высушивали в вакууме при 80°. Очистку производили переосаждением из ДМФА в метанол.

Выход 2 г (86,6%); т. пл. 215—225°; $\eta_{\text{пр}} = 0,56$ в *m*-крезоле при 20°.

Найдено, %: С 61,67; Н 6,32; N 11,50. $C_{24}H_{28}N_4O_6$. Вычислено, %: С 61,54; Н 6,0; N 11,96.

Получение политетрафталогексаметилендиимида IVа. 4 г диимида А (т. пл. 74—75°) растворяли в 35 мл воды при нагревании до 40°. К охлажденному раствору прибавляли раствор 2,6 г дихлорангидрида терефталевой кислоты в 35 мл хлороформа. Акцептор — 2,01 г бикарбоната натрия. Реакцию проводили при перемешивании в течение 1 часа. Полученный продукт белого цвета отфильтровывали, промывали холодной и горячей водой, спиртом и сушили в вакууме при 50°; очищали переосаждением из ДМФА в воду. Выход 4,8 г (85%); т. пл. 214—224°. Найдено, %: С 61,6; Н 5,7; N 12,0. $C_{24}H_{28}N_4O_6$. Вычислено, %: С 61,54; Н 6,6; N 11,96. $[\eta] = 0,5$ в ДМФА при 20°.

Получение политетрафталогексаметилендиимида IVб. 4,47 г диимида Б (т. пл. 114—115°) растворяли в 35 мл воды; 2,57 г дихлорангидрида терефталевой кислоты — в 35 мл хлороформа. Полученные растворы выливали в реакционный сосуд и интенсивно перемешивали. Акцептор — 2,21 г бикарбоната натрия. Полимер в виде белого порошка отфильтровывали и промывали холодной, горячей водой, спиртом и высушивали в вакууме при 50°. Полимер очищали переосаждением из *m*-крезола в этанол; выход 5,63 г (97%); т. пл. 240—250°; $[\eta] = 1,3$ в *m*-крезоле при 20°. Найдено, %: С 60,94; Н 6,3; N 12,21. $C_{24}H_{28}N_4O_6$. Вычислено, %: С 61,54; Н 6,0; N 11,96.

Получение полiamидоамида кислоты V. 5,07 г диимида Б (т. пл. 114—115°) растворяли в 35 мл воды при нагревании с акцептором $NaHCO_3$ (2,52 г). 3,045 г дихлорангидрида изофтальевой кислоты в 35 мл хлороформа приливали к охлажденному раствору диимида. Реакционную смесь перемешивали 1 час; образовавшийся полимер белого цвета промывали холодной и горячей водой, спиртом и высушивали в вакууме при 50°; выход 2,78 г (43%). Полимер очищали переосаждением из ДМФА в ацетон; т. пл. 210—225°; $\eta_{\text{пр}} = 0,67$ в *m*-крезоле при 20°. Найдено, %: N 11,16. $C_{24}H_{32}N_4O_6$. Вычислено, %: N 11,11.

Аминолиз полимера IVб водным раствором метиламина (VI). К 0,5 г полимера IVб, предварительно набухшего в ДМФА, прибавляли 8 мл 25%-ного раствора метиламина в воде. Через 3—4 часа наблюдали полное растворение. Раствор упаривали; твердый осадок очищали переосаждением из ДМФА в ацетон и сушили в вакууме при 80°. Выход 0,52 г (~100%); т. пл. 193—198°; $[\eta] = 0,12$ в 2 н. $NaCl$ при 20°. Найдено, %: N 14,36. $C_{26}H_{32}N_6O_6$. Вычислено, %: N 16,0.

Получение натриевой соли полимера IIIб. К 0,5 г полимера IIIб прибавляли эквивалентное количество $NaOH$ (20 мл 0,1092 н. раствора). Через несколько часов наблюдали полное растворение полимера. После удаления растворителя прозрачную пленку очищали переосаждением из метанола в диэтиловый эфир. На-соль высушивали при 50° в вакууме; выход 0,5 г (91%); т. пл. 218—226°; $[\eta] = 0,26$ в 2 н. $NaCl$ при 20°. Найдено, %: N 9,88; Na 9,30; $C_{24}H_{30}N_4O_8Na_2$. Вычислено, %: N 10,22; Na 8,41.

Получение натриевой соли полимера IVб. К 0,8 г полимера IVб прибавляли эквивалентное количество NaOH (32 мм 0,109 2 н. раствора). Через несколько часов наблюдали полное растворение полимера. После удаления растворителя продукт очищали переосаждением из метанола в диэтиловый эфир и высушивали при 50° в вакууме. Выход 0,56 г (70%); т. пл. > 320°; $[\eta] = 0,6$ в 0,5 н. растворе NaCl. Найдено, %: Na 8,51. $C_{24}H_{30}N_4O_3Na_2$. Вычислено, %: Na 8,41.

Выводы

1. Предложен простой препаративный метод получения полиамидоимидов с имидными циклами в боковых подвесках поликонденсацией N,N'-тексаметилен-бис-аспарагин-(N-метил)диимидов с дихлорангидридами алифатических и ароматических кислот.
2. Показано, что изменение условий процесса межфазной поликонденсации приводит к получению полиамидоамидокислот.
3. Установлено, что синтезированные полиамидоимиды могут быть гидролизованы разбавленными растворами щелочи до полиамидоамидокислот без разрушения основной цепи полимера. Реакция гидролиза описывается уравнением второго порядка по иону гидроксила.

Институт высокомолекулярных соединений
АН СССР

Поступила в редакцию
13 VII 1970

ЛИТЕРАТУРА

1. Т. В. Шереметева, В. В. Кудрявцев, Изв. АН СССР, серия химич., 1966, 289.
2. Т. В. Шереметева, К. А. Ромашкова, Изв. АН СССР, серия химич., 1966, 1474.
3. Т. В. Шереметева, Г. С. Шарифов, К. А. Ромашкова, Авт. свид. 215224, 1968; Бюлл. изобретений, 1968, № 13.
4. В. А. Гусинская, Диссертация, 1967.
5. Т. В. Шереметева, Г. С. Шарифов, К. А. Ромашкова, Е. Ф. Зазыкина, Е. Н. Злобина, Авт. свид. 229525, 1969; Бюлл. изобретений, 1969, № 33.
6. Т. В. Шереметева, Г. С. Шарифов, К. А. Ромашкова, Докл. АН СССР, 182, 859, 1968.
7. Т. В. Шереметева, Г. С. Шарифов, Е. Ф. Зазыкина, Т. А. Калинина, Изв. АН СССР, серия химич., 1970, 1137.
8. Т. В. Шереметева, Т. А. Калинина, В. П. Слизкова, Г. Н. Ларина, Н. А. Ромашина, Изв. АН СССР, серия химич., 1971, 2294.
9. Т. В. Шереметева, Диссертация, 1969.
10. Т. В. Шереметева, Т. А. Калинина, В. П. Слизкова, Изв. АН СССР, серия химич., 1971, 893.
11. C. Lieberman, M. Kardos, Ber., 46, 211, 1913.

SYNTHESIS AND INVESTIGATION OF POLY(AMIDE-IMIDES) OF NEW TYPE

T. A. Kalinina, T. V. Sheremeteva, N. A. Romashina

Summary

A method is suggested for investigation of the polyamides in which all the hydrogen atoms of amide groups are substituted by succinimide rings. The method is based on the interphase polycondensation of dicarboxylic acids chlorides with diimides of alkylene bis-asparagic acids described earlier. $[\eta]$ of the polymers obtained ranges within 0,24—1,3. A study has been carried out of alkaline hydrolysis of some poly(amide-imides) leading to transformation of initial polymers into poly(amide-amido acids) with retention of the main chain of macromolecule. This process is shown to be described by a second order reaction with respect to hydroxyl ion.
