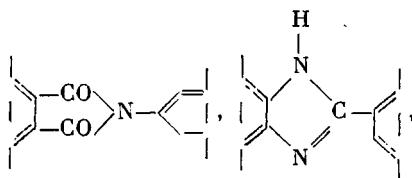


УДК 541.64:678.675

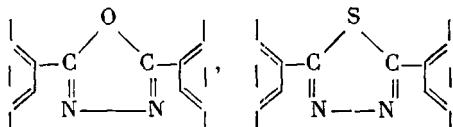
ВЛИЯНИЕ СТРОЕНИЯ ГЕТЕРОЦИКЛА НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ  
СВОЙСТВА ПОЛИИМИДОВ И ПОЛИ-1,3,4-ОКСАДИАЗОЛОВ

*С. В. Виноградова, Я. С. Выгодский, В. В. Коршак,  
Н. А. Чурочкина, Д. Р. Тур, В. Г. Данилов*

К настоящему времени синтезировано большое число различных типов высокотермостойких полигетероариленов с пятичленными циклами в цепи [1]. Эти полимеры условно можно разделить на две группы: полигетероарилены, в которых гетероциклы конденсированы с бензольными ядрами, и гетероциклические полимеры, в которых гетероциклы соединены с остальными фрагментами макромолекулы только одинарной связью. Примерами первого типа полимеров являются полииимиды и полибензимидазолы

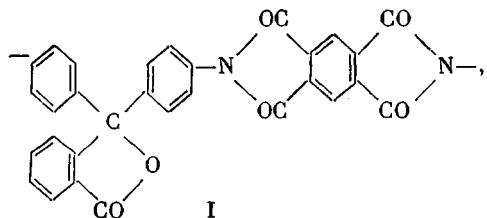


а второго — поли-1,3,4-оксадиазолы, поли-1,3,4-тиадиазолы

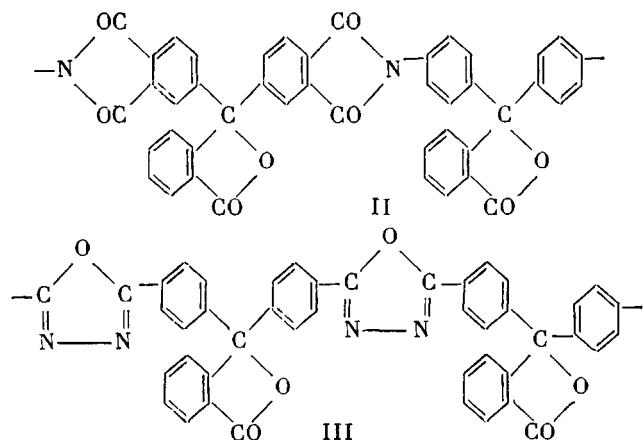


В литературе практически нет данных по сравнительной оценке свойств различных полигетероариленов (исключением является исследование термостойкости некоторых полигетероариленов [2]). Это обусловлено тем, что большинство известных полигетероариленов неплавки и нерастворимы в обычных органических растворителях\*.

Ранее нами были синтезированы растворимые полииимиды [3—6] и поли-1,3,4-оксадиазолы [7, 8] с фталидными группировками в цепи, что в принципе позволило подойти к сравнительной оценке свойств этих полимеров, представляющих оба типа полигетероариленов, рассмотренных выше. Поскольку полидифениленфталидпиромеллитимиду (I) невозможно подобрать соответствующий аналог в ряду поли-1,3,4-оксадиазолов, нами были синтезированы не описанные ранее полииимиды на основе ангидрида 3,3-бис-(3,4-дикарбоксифенил)фталида и различных диаминов, что обеспечило возможность сопоставления свойств полииимидов и поли-1,3,4-оксадиазолов



\* Немаловажными являются и различия в методах оценки, применяемых различными исследователями, что делает невозможным строгое сопоставление полученных результатов.



Действительно, как видно из приведенных структур II и III, рассматриваемые полимеры отличаются природой гетероцикла и характером связи между гетероциклом и остальными фрагментами макромолекулы, тогда как остальные группировки в полимерах обоих типов совершенно идентичны.

В данной работе на примере таких полиимидов и поли-1,3,4-оксадиазолов мы попытались оценить влияние имидного и 1,3,4-оксадиазольного циклов на тепло- и термостойкость, химическую стойкость и растворимость полигетероариленов. Ввиду того, что полимеры 3,3-бис-(3,4-дикарбоксифенил)фталида были получены впервые, мы сочли целесообразным изучить также некоторые их свойства.

### Результаты и их обсуждение

Полиимиды 3',4',3'',4''-тетракарбоксидифенилфталида и ряда ароматических диаминов (табл. 1) были синтезированы нами методом одностадийной высокотемпературной полициклизации. Все они, согласно данным рентгеноструктурного анализа, представляют собой аморфные вещества. Им свойственна высокая теплостойкость и хорошая растворимость в различных органических растворителях.

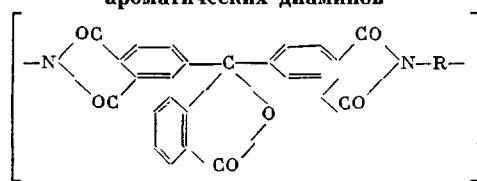
Плавкость и растворимость полиимидов *m*- и *n*-фенилендиаминов и тетракарбоксидифенилфталида позволили проследить влияние изомерии аминогрупп в ароматических диаминах на свойства полиимидов. Так, полиимид, содержащий в основной цепи макромолекулы *m*-фениленовые группировки, по теплостойкости значительно уступает полиимиду на основе *n*-фенилендиамина (табл. 1) и, в отличие от последнего, растворим в хлорированных растворителях (*симм*-тетрахлорэтан).

Следует отметить, что введение в макромолекулу полиимida вместе с остатком бензидина еще одного бензольного ядра не приводит к повышению теплостойкости (табл. 1), но, в отличие от полиимida *n*-фенилендиамина, он не растворим в таких полярных растворителях, как N,N-диметилформамид и N,N-диметилацетамид. Увеличение гибкости полимерной цепи, достигаемое применением диаминов, содержащих между фенильными ядрами гетероатомы O и S, приводит к тому, что такие полимеры одинаково хорошо растворимы в амидных и хлорированных растворителях, но значительно уступают по теплостойкости полиимидам, не содержащим гетероатом в диаминной компоненте.

Полиимиды на основе диангидрида 3',4',3'',4''-тетракарбоксидифенилфталида и ароматических диаминов, содержащих боковые циклические группировки (фталидные, фталимидиновые, анtronовые, флуореновые), не уступают по теплостойкости полиимидам на основе того же диангидрида и ароматических диаминов, не содержащих таких группировок. Растворимость же полимеров, содержащих боковые объемные циклические групп-

Таблица 1

Свойства полиимидов 3',4',3'',4''-тетракарбоксidiфенилфталида и различных ароматических диаминов



R	$\eta_{inh}$ 0,5%-ного раствора полимера в ДМФА при 25°, дЛ/г	Т. разм-мягч., °C*	Растворимость **			
			ДМФА	ДМАА	ТХЭ	хлороформ
-	0,47	360	p	p	p	н. р.
-	0,47	410	p	p	н. р.	н. р.
-	0,42	315	p	p	p	p
-	0,34	370	p	p	p	p
-	1,17 ***	415	н. р.	н. р.	p	н. р.
-	1,36	345	p	p	p	p
-	0,69	320	p	p	p	p
-	1,04	415	p	p	p	p
-	0,38	410	p	p	н. р.	н. р.
-	1,15	425	p	p	p	p
-	0,93	425	p	p	p	p

\* За температуру размягчения принимали точку пересечения касательных и термо-механической кривой в области течения полимера (нагрузка 100 г, диаметр таблетки 4 мм).

\*\* Все полимеры растворимы в нитробензоле и трикрезоле. ДМФА — N,N-диметилформамид, ДМАА — N,N-диметилацтамид, ТХЭ — сим-тетрахлорэтан; p — растворим, н. р. — нерастворим.

\*\*\* Определена в сим-тетрахлорэтане.

пировки в диангидридной и диаминной компонентах, лучше, чем растворимость полиимидов, содержащих в элементарном звене только одну такую группировку. В частности, первые приобретают растворимость в циклогексаноне, который не растворяет другие синтезированные нами полиимиды.

Некоторые отличия в растворимости проявляет полиимид 3',4',3'',4''-тетракарбоксидифенилфталида и имида анилинфталеина. Этот полимер не растворим в хлорированных растворителях что, по-видимому, обусловлено межмолекулярными водородными связями за счет NH-группы лактамного цикла [9].

Интересно отметить, что по своей теплостойкости даже наиболее высокоплавкие полиимиды дифенилфталидтетракарбоновой кислоты и анилин-

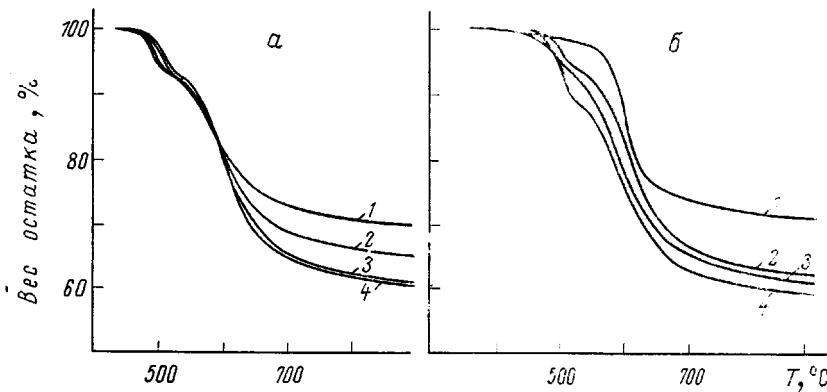


Рис. 1. Кривые динамического ТГА полиимидов в среде гелия:

*а* — полиимиды на основе 3',4',3'',4''-дифенилфталидтетракарбоновой кислоты и диаминов: 9,10-бис-(4-аминофенил)антрацена (1); 9,9-бис-(4-аминофенил)антрона (2); 4,4'-диаминодифенилоксида (3) и *m*-фенилендиамина (4); *б* — полиимиды II (1), IV (2), VI (3) и V (4)

флуорена и анилинантрона (табл. 1) уступают ароматическим полипиромеллитимидам, температура размягчения которых лежит в области 450—530° [6, 10]. Это, видимо, обусловлено значительно большей жесткостью макромолекул полипиромеллитимидов, содержащих три конденсированных цикла в элементарном звене, по сравнению с полиимидами тетракарбоновых кислот с фталimidными группировками (два конденсированных цикла в элементарном звене).

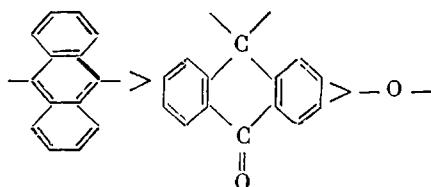
Таблица 2

Свойства полиимida II и поли-1,3,4-оксадиазола III

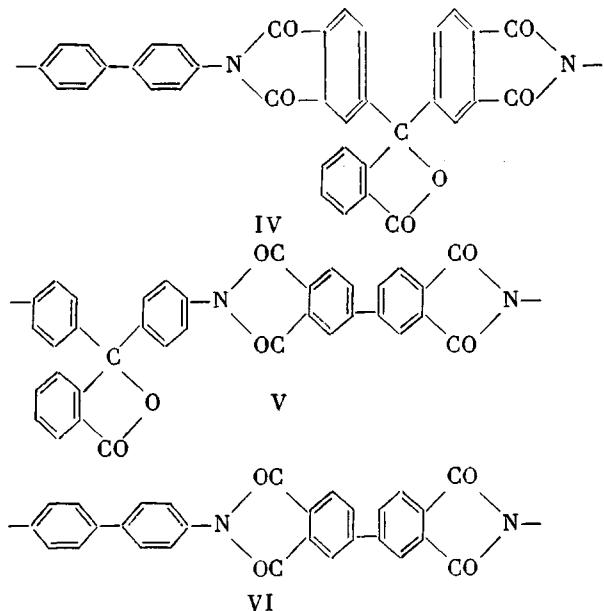
Характеристика	II	III
$\eta_{in}$	1,04 (ДМФА)	0,80 (ДМАЦ); $M_w = 230\ 000$
Структура	Аморфная	Аморфная
Т. размягч. °C (из термомеханической кривой)	415	390
Вклад цикла в теплостойкость, $K_i$	1,30	0,90
Температура начала потери веса (из кривой ТГА), °C	440—460	385—400
Растворимость	Метиленхлорид, ТХЭ, хлороформ, ДМФА, ДМАА, N-метилпирролидон, нитробензол, трикрезол, циклогексанон	Метиленхлорид, ТХЭ, ДМФА (до $M_w = 40\ 000$ ), ДМАА N-метилпирролидон, гексаметилфосфортиамид, нитробензол, трикрезол, бензиловый спирт
Свойства пленок при комнатной температуре:		
предел прочности, при растяжении, кГ/см <sup>2</sup>	1100	1200
относительное удлинение, %	20—25	5—8

Полиимиды 3,3-бис-(3,4-дикарбоксифенил)фталида обладают пленко- и волокнообразующими свойствами (табл. 2).

Термостойкость полиимидов на основе 3',4',3'',4''-тетракарбоксидафенилфталида была изучена нами методом динамического термогравиметрического анализа (рис. 1, а). По данным ТГА, для большинства этих полиимидов характерно наличие двух стадий разложения. Первые заметные потери веса полимеров наблюдаются при 440—460°, а температура интенсивного разложения на этой стадии — 480°. Затем, после некоторого замедления разложения при 520—530°, происходит новое увеличение скорости этого процесса. Обычно потери веса исследованных полимеров на первой стадии составляют 6—8% и мало зависят от химического строения исходного диамина (рис. 1, а). В большей степени структура диамина влияет на величину коксового остатка полимера при нагревании до 900°. Можно считать, что наиболее существенное влияние на выход коксового остатка оказывает наличие конденсированных ароматических структур. В зависимости от природы R (см. табл. 1), выход коксового остатка полимера уменьшается в следующем ряду:



Влияние фталидного цикла на термостойкость было оценено на примере полиимидов II, IV, V и VI



Между кривыми ТГА этих полимеров (рис. 1, б) имеются существенные различия. Так, для полимера VI характерна только одна стадия разложения. Сравнение кривых показывает, что потеря в весе полиимидов 3',4',3'',4''-тетракарбоксидафенилфталида до 500° обусловлена, главным образом, разложением фталидной группы. Введение фталидной группы, как в кислотный, так и в аминный компоненты обуславливает разложение полиимида при более низких температурах (440—460°), а в отсутствие

фталидной группы интенсивное термическое разложение начинается только при  $550^{\circ}$ .

Несомненный интерес представляет сравнение кривых ТГА полиимидов  $3', 4', 3'', 4''$ -тетракарбоксидифенилфталида и  $4,4'$ -диаминодифенилсульфида и  $4,4'$ -диаминодифенилсульфона в инертной атмосфере и на воздухе (рис. 2, а). В инертной атмосфере первый из этих полимеров разлагается в две стадии в тех же температурных интервалах, что и другие полиимиды с фталидными группировками. Полиимид  $4,4'$ -диаминодифенилсульфона начинает разлагаться при тех же температурах, что и полиимид  $4,4'$ -диаминодифенилсульфида, но, в отличие от последнего, деструкция его идет с большей скоростью. По-видимому, в случае полиимida  $4,4'$ -диаминодифенилсульфона разложение идет по связи  $-\text{SO}_2-$  и в том же интервале температур, что и разложение полиимидов с фталидными группами.

Начало кривых разложения полиимida тетракарбоксидифенилфталида и  $4,4'$ -диаминодифенилсульфона в инертной атмосфере и на воздухе практически совпадает, но затем скорость его разложения на воздухе становится несколько выше, чем в инертной атмосфере.

Интересно также отметить, что температуры начала потери веса полиимida  $3', 4', 3'', 4''$ -тетракар-

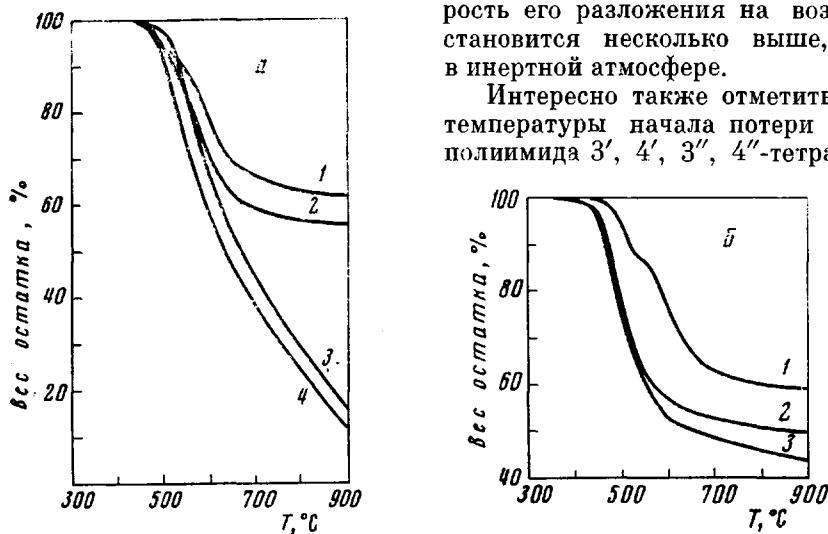


Рис. 2. Кривые динамического ТГА:

а — полиимиды  $3', 4', 3'', 4''$ -дифенилфталидтетракарбоновой кислоты и  $4,4'$ -диаминодифенилсульфида (1, 3) и  $4,4'$ -диаминодифенилсульфона (2 и 4); 1, 2 — в среде гелия; 3, 4 — на воздухе; б — полиимид II (1), поли-1,3,4-оксадиазолы III (2) и VII (3) (в среде гелия)

боксидифенилфталида и  $4,4'$ -диаминодифенилсульфида в воздухе и в инертной атмосфере практически совпадают. Возможно, это обусловлено стабилизирующим действием сульфиновой группировки [11], причем окисление двухвалентной серы до сульфоксида и сульфона может частично компенсировать потери в весе, обусловленные разложением полиимida.

Перейдем теперь к сопоставлению свойств полиимидов и поли-1,3,4-оксадиазолов. В табл. 2 приведены свойства аналогичных по химическому строению полиимida II и поли-1,3,4-оксадиазола III. Аморфная структура этих полимеров дает возможность проследить влияние химического строения гетероцикла на такие свойства, как теплостойкость и растворимость.

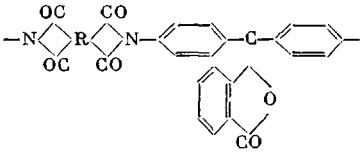
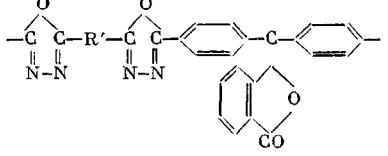
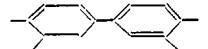
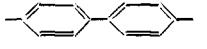
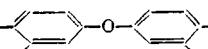
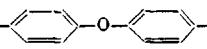
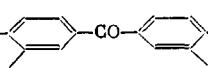
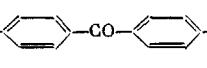
Как видно из табл. 2, полиимид размягчается при несколько более высокой температуре, чем соответствующий поли-1,3,4-оксадиазол. Ранее [6, 12, 13] было показано, что удобной характеристикой вклада различных атомов и групп атомов в теплостойкость может служить отношение мольного объема групп атомов или отдельных элементов  $K$ , к их молекуллярному весу  $m$ . Проведенные расчеты \* и эксперименты показали, что

\* Расчет вклада циклов проведен А. А. Аскадским, за что авторы выражают ему искреннюю благодарность.

при прочих равных условиях полимеры с фталимидными циклами ( $K_i / m = 1,30$ ) должны иметь более высокую теплостойкость, чем полимеры с 1,3,4-оксадиазольными циклами в цепи ( $K_i / m = 0,90$ ).

По-видимому, более высокая теплостойкость полиимидов обусловлена большей жесткостью фталимидных групп, представляющих собой конденсированную систему бензольного ядра и имидного цикла, и межцепным взаимодействием за счет симметрично расположенных карбонильных групп имида. В то же время наличие в исследуемых полиимидах и поли-1,3,4-оксадиазолах фталидных группировок, повышающих жесткость основной цепи, сглаживает различие в теплостойкости этих полимеров, вызванное природой гетероцикла. Действительно, как видно из табл. 3, по теплостойкости некоторые полиимиды и поли-1,3,4-оксадиазолы мало отличаются друг от друга, а резкое различие проявляется только при переходе к наиболее жесткоцепным полиимидам — полипиромеллитимидам анилинфталеина и анилинфлуорена, температура стеклования которых составляет 485 и 515° соответственно.

Таблица 3  
Температуры размягчения полиимидов и поли-1,3,4-оксадиазолов с фталидными группировками

			
R	T. размягч., °C	R'	T. размягч., °C
	415		390
	360		340
	375		340
	485 *		390

\* По области работоспособности.

Термостойкость полиимидов и поли-1,3,4-оксадиазолов была сопоставлена, исходя из результатов ТГА полимеров в инертной атмосфере. На рис. 2, б представлены кривые ТГА полиимida II и поли-1,3,4-оксадиазолов на основе 4',4''-дикарбоксидифенилфталида (III) и 4,4'-дикарбоксифенилоксида (VII). Термическое разложение обоих поли-1,3,4-оксадиазолов начинается при 390—400°, а интенсивное разложение происходит при 430—440°.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что имидный цикл термически устойчивее лактонного, а разложение оксадиазольного и лактонного циклов начинается примерно в одной области температур. При этом, по данным ТГА, термостойкость полиимидов превышает термостойкость поли-1,3,4-оксадиазолов, что согласуется с данными Престона и Блека [2], которые изучали термостойкость смешанных полигетероариленов.

Круг растворителей аморфных полиимидов и поли-1,3,4-оксадиазолов с фталидными группировками (табл. 2) примерно одинаков, но для полиимida он несколько более широк. Так, полиимид II в отличие от соответствующего полиоксадиазола хорошо растворим в хлороформе, диметилформамиде, циклогексаноне. Возможно, это обусловлено большей полярностью имидного цикла по сравнению с ароматическим 1,3,4-оксадиазольным циклом. Растворимость полиимидов и поли-1,3,4-оксадиазолов в хлорированных растворителях обеспечивает возможность формования пленок, волокон и других изделий из растворов, что особенно важно в случае полиимидов, которые подвержены глубокой деструкции при нагревании в растворителях амидного типа.

Известно [14—16], что ароматические полиимиды — весьма гидролитически неустойчивые полимеры. Они деструктируются при комнатной температуре в концентрированных растворах щелочей [15], в концентрированной серной [16, 17] и дымящей азотной [17] кислотах.

Ранее было показано [14], что полиимиды неустойчивы при нагревании в растворителях амидного типа, пиридине, диметилсульфоксида. В этом отношении поли-1,3,4-оксадиазолы являются более устойчивыми полимерами [18], так как скорость их деструкции под действием указанных выше реагентов значительно меньше, чем у полиимидов. Так, например, молекулярный вес полидифениленфталидпиромеллитимида уменьшается после 10 час. кипячения в диметилацетамиде с 60 000 до 3000, тогда как после прогревания полидифениленфталид-1,3,4-оксадиазола, в аналогичных условиях его молекулярный вес уменьшается с 278 000 до 240 000.

Интересно сопоставить поведение полиимидов и поли-1,3,4-оксадиазолов в воде. При нагревании полиимida II в воде при 100° в течение 7 час. его  $\eta_{inh}$  уменьшается с 0,98 до 0,48 дL/g. Прогревание соответствующего поли-1,3,4-оксадиазола III в воде в тех же условиях практически не приводит к уменьшению его молекулярного веса. Полиимиды претерпевают глубокую деструкцию при прогревании в воде при 200° ( $\eta_{inh}$  0,5 %-ного раствора полиимida дифенилоксидтетракарбоновой кислоты и анилин-флуорена уменьшается с 1,37 до 0,36 дL/g). В аналогичных условиях поли-1,3,4-оксадиазол III оказывается более устойчивым ( $\eta_{inh}$  уменьшается с 1,75 до 1,05 дL/g).

### Экспериментальная часть

**Исходные вещества.** Для очистки *m*- и *n*-фенилендиамины и бензидин перегоняли в вакууме в токе аргона; температуры плавления этих диаминов 62,5—63,0, 139,5—140,0 и 127,5—128,0° соответственно, что хорошо согласуется с литературными данными [19].

После двукратной перекристаллизации из этанола 4,4'-диаминофенилоксид, 4,4'-диаминодифенилсульфид, 4,4'- и 3,3'-диаминодифенилсульфоны имели температуры плавления 190—191, 108—109, 175,2—176,2 и 172,0—172,9° соответственно. Температуры плавления первых трех диаминов хорошо согласуются с литературными данными [19]; для 3,3'-диаминодифенилсульфона температура плавления по литературным данным 168° [19].

Анилинфталеин и имид анилинфталеина синтезировали по методике [4]. Температуры плавления диаминов 204—205 и 243—244° соответственно, что согласуется с литературными данными [20].

Анилинфлуорен и анилинантрон синтезировали по методике [16, 21]. Для очистки диамины перекристаллизовывали: анилинфлуорен — из бромбензола или хлорбензола с Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, анилинантрон — из диоксана. После перекристаллизации анилинфлуорен имел т. пл. 236,5—237,5° (по литературным данным 233—234° [22]), а анилинантрон — 311—312°, что соответствует литературным данным [21].

Дианигидрид 3',4',3'',4''-тетракарбоксигенфталида синтезировали по методике [3], перекристаллизовывали из анизола и возгоняли в высоком вакууме; т.пл. 260,5—261,5°, что соответствует данным, полученным ранее [23].

**Синтез полимеров.** Синтез полиимидов одностадийной высокотемпературной поликонденсацией [24] осуществляли в среде нитробензола, в токе аргона при температуре 210—220° и концентрации исходных веществ 0,4 моль/л; продолжительность реакции составляла 10—14 час.

Все полученные полиимиды были растворимы в реакционной среде, из которой полимер выделяли осаждением в ацетон. Выделенный полимер подвергали экстракции ацетоном в аппарате Сокслета. Выход полимера во всех случаях был близок к количественному.

Термогравиметрический анализ. Термогравиметрический анализ полимеров проводили на электронных весах фирмы «Dam» (Франция) на воздухе и в токе гелия при скорости повышения температуры 5 град/мин. Навески полимеров для испытаний составляли 20 мг.

## Выводы

1. Синтезированы и исследованы не описанные ранее полиимиды 3,3-бис-(3,4-дикарбоксифенил)фталида и следующих диаминов: *n*- и *m*-фенилендиамина, бензидина, 4,4'-диаминодифенилоксида, 4,4'-диаминодифенилсульфида, 3,3'- и 4,4'-диаминодифенилсульфона, 3,3-бис-(4-аминофенил)фталида, 3,3-бис-(4-аминофенил)фталимида, 9,9-бис-(4-аминофенил)флуорена и 9,9-бис-(4-аминофенил)антрона-10.

2. Показано, что такие пленко- и волокнообразующие полиимиды обладают высокой тепло- и термостойкостью и хорошей растворимостью в доступных органических растворителях.

3. Проведено сопоставление физико-химических свойств полиимидов и поли-1,3,4-оксадиазолов, содержащих фталидные группировки, что позволило оценить роль фталимидного и 1,3,4-оксадиазольного циклов в формировании свойств полигетероариленов.

Институт элементоорганических соединений  
АН СССР

Поступила в редакцию  
9 I 1970

## ЛИТЕРАТУРА

1. В. В. Коршак, Термостойкие полимеры, изд-во «Наука», 1969.
2. J. Preston, W. B. Black, J. Polymer Sci., 5, A-1, 2429, 1967.
3. С. В. Виноградова, В. В. Коршак, Я. С. Выгодский, Авт. свид., 171552, 1964; Бюлл. изобретений, 1965, № 11, 76.
4. С. В. Виноградова, В. В. Коршак, Я. С. Выгодский, Высокомолек. соед., 8, 809, 1966.
5. В. В. Коршак, С. В. Виноградова, Я. С. Выгодский, С. А. Павлова, Л. В. Бойко, Изв. АН СССР, серия химич., 1967, 2267.
6. Г. Л. Слонимский, С. В. Виноградова, Я. С. Выгодский, А. А. Аскадский, А. И. Мжельский, Н. А. Чурочкина, В. В. Коршак, Высокомолек. соед., А11, 2725, 1969.
7. В. В. Коршак, С. В. Виноградова, Д. Р. Тур, Авт. свид., 221276, 1967; Бюлл. изобретений, 1968, № 21, 148.
8. В. В. Коршак, С. В. Виноградова, Д. Р. Тур, Изв. АН СССР, серия химич., 1969, 439.
9. В. В. Коршак, С. В. Виноградова, Я. С. Выгодский, Б. В. Локшин, Высокомолек. соед., А9, 1091, 1967.
10. Г. Л. Слонимский, В. В. Коршак, А. И. Мжельский, А. А. Аскадский, Я. С. Выгодский, С. В. Виноградова, Докл. АН СССР, 182, 851, 1968.
11. А. В. Токарев, Т. А. Любова, Г. И. Кудрявцев, Высокомолек. соед., Б9, 634, 1967.
12. В. В. Коршак, С. В. Виноградова, Г. Л. Слонимский, Я. С. Выгодский, С. Н. Салазкин, А. А. Аскадский, А. И. Мжельский, В. А. Сидорова, Высокомолек. соед., А10, 2058, 1968.
13. А. А. Аскадский, Высокомолек. соед., А9, 418, 1967.
14. В. В. Коршак, С. В. Виноградова, Я. С. Выгодский, Высокомолек. соед., А12, 1987, 1970.
15. S. Nishisaki, Kogyo Kagaku Zasshi, 69, 1393, 1966.
16. Я. С. Выгодский, Диссертация, 1967.
17. C. E. Sroog, A. L. Endrey, S. V. Abramo, C. E. Verr, W. M. Edwards, K. D. Olivier, J. Polymer Sci., A3, 1373, 1965.
18. С. В. Виноградова, В. В. Коршак, Д. Р. Тур, В. А. Хомутов, Изв. АН СССР, серия химич., 1969, 2721.
19. Словарь органических соединений, под ред. И. Хейльброна, Г. М. Бенбери, Изд-во иностр. лит., 1964.
20. G. Schwarzenbach, M. Brandenberger, Helv. chim. acta, 20, 1253, 1937.
21. A. Etienne, J. C. Argos, Bull. Soc. chim. France, 1951, 727.

22. Англ. пат. 467824, 1935, Chem. Abstrs. 31, 8944, 1937.  
23. В. В. Коршак, С. В. Виноградова, Я. С. Выгодский, Авт. свид. 259073,  
1969; Бюлл. изобретений 1970, № 2, 32.  
24. В. В. Коршак, С. В. Виноградова, Я. С. Выгодский, Б. Н. Юдин,  
Изв. АН СССР, серия химич., 1968, 1405.
- 

THE INFLUENCE OF HETERO CYCLIC STRUCTURE ON THE PHYSICAL  
AND CHEMICAL PROPERTIES OF POLYIMIDES  
AND POLY-1, 3, 4-OXADIAZOLES

S. V. Vinogradova, Ya. S. Vugodsky, V. V. Korshak,  
N. A. Churochkin, D. R. Tur, V. G. Danilov

S u m m a r y

Polyimides were synthesized from 3',4',3'',4''-tetracarboxydiphenylphthalide and aromatic diamines. It was shown that such polyimides are very soluble in various organic solvents. They are heat-thermostable resistant polymers with film-forming ability. The physical and chemical properties of polyimides and poly-1,3,4-oxadiazoles containing phthalide groups were compared.

---