

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ЭЛЕМЕНТООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ
имени А.Н. НЕСМЕЯНОВА

На правах рукописи

УДК 541.64:542.954:547.279

РОДЛОВСКАЯ ЕЛЕНА НИКОЛАЕВНА

НОВЫЕ ТИОФЕНСОДЕРЖАЩИЕ ПОЛИМЕРЫ
НА ОСНОВЕ ПРОИЗВОДНЫХ МАЛОНОДИНИТРИЛА

02.00.06 – высокомолекулярные соединения

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата химических наук



Москва 2005

**Работа выполнена в группе серосодержащих полимеров Института
элементоорганических соединений им. А. Н. Несмеянова РАН**

Научные руководители: заслуженный деятель науки РФ,
доктор химических наук,
профессор **Неделькин В.И.**

Официальные оппоненты: доктор химических наук,
профессор **Кобраков К.И.**
доктор химических наук,
профессор **Васнёв В.А.**

Ведущая организация: Институт органической химии
им. Н.Д. Зелинского РАН

Защита диссертации состоится “22” декабря 2005 г в 10 часов на
заседании диссертационного совета К 002 250 02 при Институте
элементоорганических соединений им А.Н. Несмеянова РАН по адресу:
119991 Москва, ул. Вавилова, д. 28

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ИНЭОС РАН

Автореферат разослан “17” ноября 2005 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета К 002.250 02,
кандидат химических наук


Рабкина А.Ю.

2006-4
24486

22 3 7158

1

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

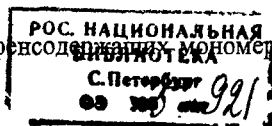
Актуальность темы. В последние годы интенсивно развивается химия и физика полисопряжённых ариленов, содержащих фото- и электроактивные фрагменты, такие как фениленовые, тиафеновые, пиррольные, а так же серу, виниленовые, ацетиленовые или азометиновые компоненты, что обуславливает их применение в качестве органических проводников, светоизлучающих диодов, сенсоров, фотодетекторов и многих других областях.

С другой стороны, в литературе малоизвестны примеры использования малондинитрила и его производных для синтеза тиафенсодержащих и других гетероциклических полимеров, хотя наличие цианогруппы, находящейся рядом с активированной метиленовой группой, позволяет осуществлять разнообразные химические превращения и, тем самым, значительно расширяет синтетические возможности производных малондинитрила, как исходных соединений в синтезе полимеров и мономеров.

Целью настоящей работы являлось изучение возможностей использования 1,1-дицианоэтендитиолата натрия, полученного на основе малондинитрила, как мономера в макромолекулярной химии:

- в реакциях нуклеофильного полиприсоединения;
- в реакциях нуклеофильного замещения, с последующими изомеризационными полимераналогичными превращениями и получением тиафенсодержащих полимеров с мостиковыми группами.

А также, разработка метода синтеза тиафенсодержащих мономеров - производ-



ных малондинитрила, а именно арилен-бис-(2-аминотиофен-3-карбонитрил)ов, в которых наличие в положении 3 тиофенового ядра цианогруппы, расположенной вицинально к аминогруппе, позволяет осуществлять дальнейшие химические превращения.

Научная новизна и практическая значимость На примере модельных реакций проведено исследование реакций нуклеофильного замещения и присоединения 1,1-дицианоэтендитиолата натрия.

Разработан новый метод синтеза серосодержащих полиариленов с сукцинимидными группировками в цепи, путём полиприсоединения 1,1-дицианоэтендитиолата натрия к бисмалеинидам различного строения

Впервые осуществлён синтез политиенотиофенов с кетонными и амидными мостиками с формированием тиофеновых фрагментов за счёт изомеризационных полимераналогичных превращений непосредственно в ходе синтеза полимеров.

Взаимодействием малондинитрила с бисацетилариленами и с серой по реакции Гевальда были получены и запатентованы новые мономеры - арилен-бис-(2-аминотиофен-3-карбонитрил)ы. Поликонденсацией последних с хлорангидридами фталевых кислот были синтезированы новые ароматические полиамиды. Показано, что полученные полимеры подвергаются термической изомеризационной полициклизации образуя политиенопиримидоны.

Апробация работы и публикации. Основные результаты работы были представлены на следующих Всероссийских и международных конференциях, симпозиумах: Школа молодых учёных "Органическая химия в XX веке", (Моск-

ва-Звенигород, 2000), 1-ая Всероссийская конференция по химии гетероциклов, (Суздаль, 2000), 3-ий Всероссийский симпозиум по органической химии “Стратегия и тактика органического синтеза”, (Ярославль, 2001), 7-ая Международная конференция по химии и физикохимии олигомеров “Олигомеры-2002” (Москва-Черноголовка, 2002), 3-я Всероссийская Каргинская конференция “Полимеры-2004” (Москва, 2004), 6-ая Международная конференция “Опто-, наноэлектроника, нанотехнологии и микросистемы” (Ульяновск, 2004), на конференциях-аттестациях «Веснянка», проводимых в ИНЭОС РАН в 2000-2003 гг., на Молодёжном конкурсе ИНЭОС РАН в 2003 г.

По теме диссертационного исследования получен патент РФ, опубликованы 3 статьи и 6 тезисов докладов.

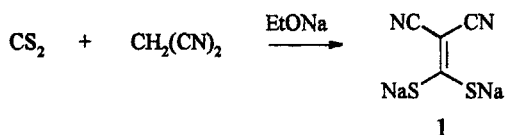
Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, литературного обзора, обсуждения результатов, экспериментальной части, выводов и списка литературы. Диссертация изложена на 126 страницах машинописного текста, содержит 5 рисунков, 15 таблиц, библиографический список включает 210 ссылок.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

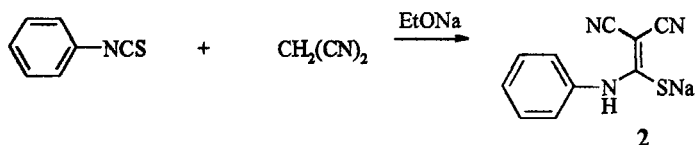
Известно, что основными методами синтеза серосодержащих полиариленов являются реакции нуклеофильного присоединения и замещения. Обычно в таких реакциях используют сероводород, сульфид натрия, алифатические или ароматические дитиолы и их соли. Последние из перечисленных мономеров по-

звolyют в широких пределах варьировать строение и свойства образующихся полимеров и проводить реакцию в мягких условиях. Однако дитиолы и их соли являются неустойчивыми, труднодоступными и, зачастую, токсичными веществами. Получают их, как правило, восстановлением соответствующих дисульфохлоридов.

Перспективным мономером для дизайна полигетероариленов может служить известный из препаративной органической химии, весьма доступный, устойчивый на воздухе и не использовавшийся ранее в макромолекулярном синтезе 1,1-дицианозетндитиолат натрия **1**, который получают конденсацией малондинитрила с сероуглеродом в присутствии оснований:



С целью изучения реакционной способности тиолятных групп в соединении **1**, в качестве модельного соединения, был использован монофункциональный 1,1-дицианофениламинозетнттиолат натрия **2**, который синтезировали из малондинитрила, фенилизотиоцианата и этилата натрия по схеме:



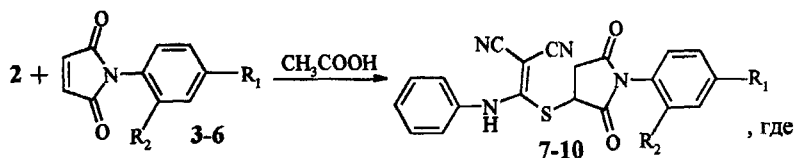
1. Реакция нуклеофильного полиприсоединения

1,1-дицианозтендитиолата натрия.

1.1. Синтез 2-[(2,5-диоксо-1-арил-пирролидин-3-илсульфанил)-фениламино-метилден]-малонодинитрилов.

В настоящем разделе исследована возможность синтеза полисукцинимидсульфидов полиприсоединением SH-групп 1,1-дицианозтендитиолата натрия к активированным двойным связям бис-(N-арил)-малеинимидов. Поскольку такое присоединение в литературе не описано, то на первом этапе данной работы исследовались особенности этой реакции на модельных монофункциональных соединениях: N-фенилмалеинимидах **3-6** с монотиолатом **2** в кислой среде. Кислота служит для перевода тиолатной группы в тиольную, а также она препятствует анионной полимеризации двойных связей малеинимида, инициируемой тиоанионом.

При изучении модельной реакции, нами установлено, что она гладко протекает в этаноле в присутствии уксусной кислоты при температуре кипения в течение 7÷10 минут с образованием соответствующих сукцинимидсульфидов. При этом выходы продуктов **7-10** составляют 71÷83% и мало зависят от природы заместителей в фенильном радикале N-арилмалеинимида. Эта же реакция аналогично протекает в ДМФА при комнатной температуре, при этом выход существенно не изменяется.

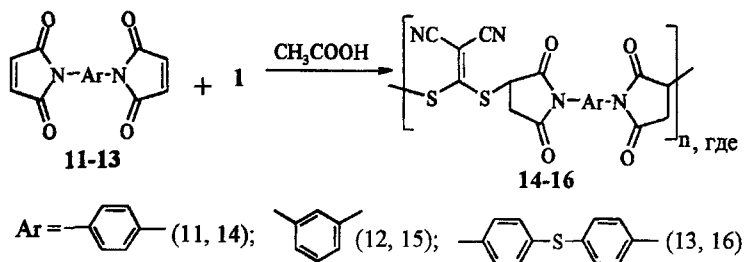


3, 7) $R_1=R_2=\text{H}$; 4, 8) $R_1=\text{CH}_3$, $R_1=\text{H}$; 5, 9) $R_1=\text{Br}$, $R_2=\text{H}$; 6, 10) $R_1=\text{H}$, $R_2=\text{NO}_2$

Полученные продукты присоединения 7-10 представляют собой кристаллические вещества с чёткими температурами плавления, хорошо растворимые в ацетоне, хлороформе, ДМФА, но не растворимые в эфире и бензоле. Строение их и всех последующих модельных соединений было подтверждено данными элементного анализа, ИК- и ЯМР ^1H -спектроскопии, масс-спектрометрии.

1.2. Синтез полисукцинимидсульфидов.

В условиях аналогичных синтезу модельных соединений было проведено взаимодействие дитиоловой соли 1 с бисмаленимидами 11-13.



Продукты полиприсоединения – полимеры 14-16 с приведённой вязкостью 0.2 ± 0.38 дл/г. Они представляют собой аморфные порошки светло-коричневого цвета, растворимые в амидных растворителях. Молекулярная масса полимера 16

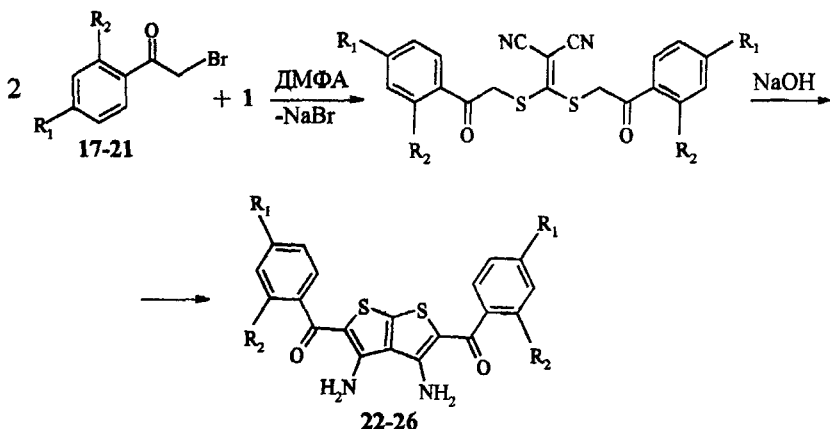
составляет ~ 13 тыс. (ГПХ). По данным динамического термогравиметрического анализа на воздухе, полимеры устойчивы ~ 200⁰С.

2. Реакция нуклеофильного замещения 1,1-дицианозтендитиолата натрия. Получение тиофеносодержащих полимеров.

2.1. Синтез 2,5-бис-(3,4-диамино-2,5-диарил)-тиено-[2,3-b] тиофенов.

Известные из литературы способы синтеза полимеров с тиофеновыми структурами в основном основаны на использовании мономеров, содержащих уже готовые тиофеновые кольца.

Одним из наиболее распространенных методов образования тиофенового цикла является конденсация вицинальных тиолонитрилов с метиленактивными алкилгалогенидами, с последующей циклизацией в тиофеновые структуры по Торпу-Циглеру. В качестве такого тиолонитрила может также выступать 1,1-дицианозтендитиолат 1, реакцию нуклеофильного замещения которого изучали на примере взаимодействия с бромацетилариленами 17-21. В литературе аналогичное взаимодействие было описано для различных производных хлоруксусной кислоты и для незамещённого фенацилбромида. В настоящем разделе такая конденсация изучена более детально.

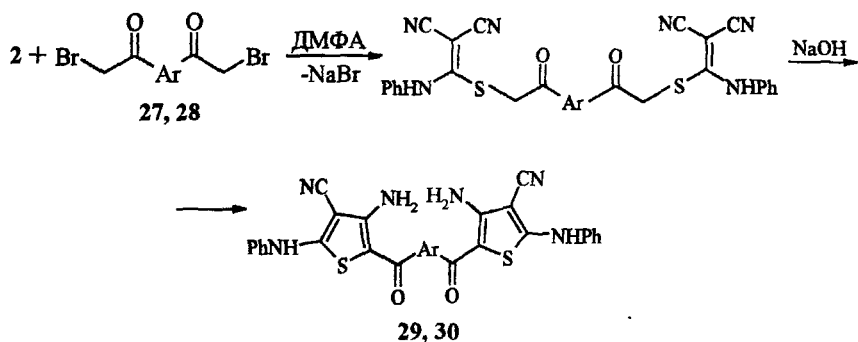


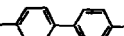
где $R_1=H$, $R_2=Cl$ (17, 22); $R_1=H$, $R_2=Br$ (18, 23); $R_1=OCH_3$, $R_2=H$ (19, 24);
 $R_1=OCH_3$, $R_2=OCH_3$ (20, 25); $R_1=CH_3$, $R_2=CH_3$ (21, 26).

На первой стадии, осуществляемой в ДМФА при комнатной температуре, образуются замещенные ариленсульфидкетоны, их без выделения вовлекали в следующую реакцию - циклизацию по Торпу-Циглеру, которая идет при нагревании реакционной массы до $60^{\circ}C$ в присутствии 2 молей NaOH. Продукты **22-26**, полученные с выходом 80÷95 %, представляют собой кристаллические вещества с четкими температурами плавления, хорошо растворимые в ацетоне и амидных растворителях и нерастворимые в эфире, хлороформе и бензоле.

2.2. Синтез 1,4-бис-[(5-фениламино-3-циано-4-аминотиофен)-2-ил]ариленов.

Для исследования подвижности атома галогена в соединениях **27** и **28** была проведена конденсация дицианомонотентиолата **2** с бис-бромацетилариленами с фенильным и дифенильным мостиками.

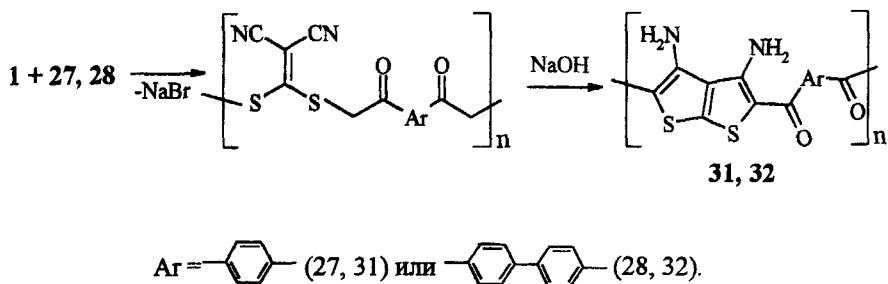


где Ar =  (27, 29) или  (28, 30).

Оказалось, что промежуточные бис-ариленсульфидкетоны с вицинальными группами CN так же легко циклизуются в бистиофеновые структуры с кетарильными мостиковыми группировками 29, 30.

2.3. Синтез поли-2,5-(3,4-диаминотиено-[2,3-b]тиофен)-4,4'-ариленкетонов.

Исследование модельных реакций показало, что как взаимодействие этендитиолата с монобромацетильными соединениями, так и монотиолата с диацетилбромидами приводят к тиофеновым структурам. На основании этих данных была проведена поликонденсация 1,1-дицианозтендитиолата 1 с бисбромацетилариленами 27, 28 по схеме:



Эта реакция протекает по механизму нуклеофильного замещения с выделением бромистого натрия и промежуточным образованием алифатически-ароматических полисульфидкетонов содержащих дицианоэтенсульфидные группировки рядом с активированными метиленовыми мостиками. Такое соседство позволяет данным структурам легко перегруппировываться под действием NaOH в термодинамически более устойчивые тиенотиофеновые структуры **31**, **32**. Полученные полимеры представляют собой аморфные порошки желто-коричневого цвета (M_w полимера **31** равна 3.5×10^4 по данным ГПХ), растворимые в амидных растворителях и их растворы показывают жёлто-зелёную эмиссию, а плёнки, нанесённые на кварцевые подложки - электропроводящие свойства, что обуславливает перспективность испытаний данных полимеров в качестве органических светодиодов (OLED) и высокоомных полупроводников в оптоэлектронике. Характеристики политиофенкетонов представлены в табл. 1.

Таблица 1. Выход, приведённая вязкость и спектральные характеристики полимеров 31, 32

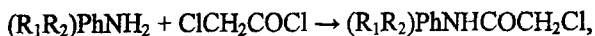
Поли- мер	Выход, %	$\eta_{\text{пр}}$, дл/г	$T_{\text{дс}}$, °С	$\lambda_{\text{max}} \text{ погл.}^*$, нм	$\lambda_{\text{max}} \text{ эм.}^*$, нм	σ^{**} , См/см
31	76	0.22	270	536	553	1.38×10^{-9}
32	82	0.28	320	506	540	3.85×10^{-10}

* - в растворе ДМСО,

** - плёнка на кварцевой подложке.

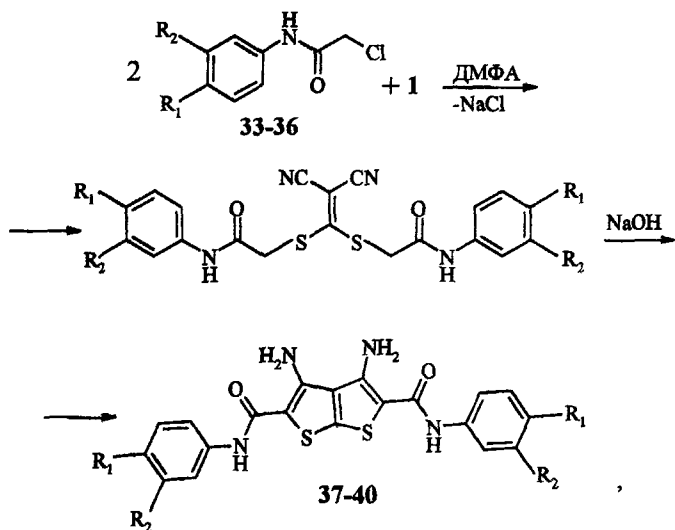
2.4. Синтез 2,5-бис-(3,4-диамино-2,5-диариламино)тиено-[2,3-b] тиофенов

В качестве метиленактивных соединений для получения тиенотиофеновых структур нами использовались γ -хлорацетанилиды. Как и в случае с бром-ацетилариленами, хлорацетанилиды **33-36** содержат активированную карбонилем CH_2 -связь по соседству с подвижным галогеном. Получают их ацилированием соответствующих анилинов хлорацетилхлоридом.



где $\text{R}_1, \text{R}_2 =$ алкил, арил, галоген, H, NH_2 и пр.

Поскольку взаимодействие этантиолатов с галогенацетамидами в литературе не описано, на первом этапе нами были изучены модельные реакции на монофункциональных соединениях и мономерах.



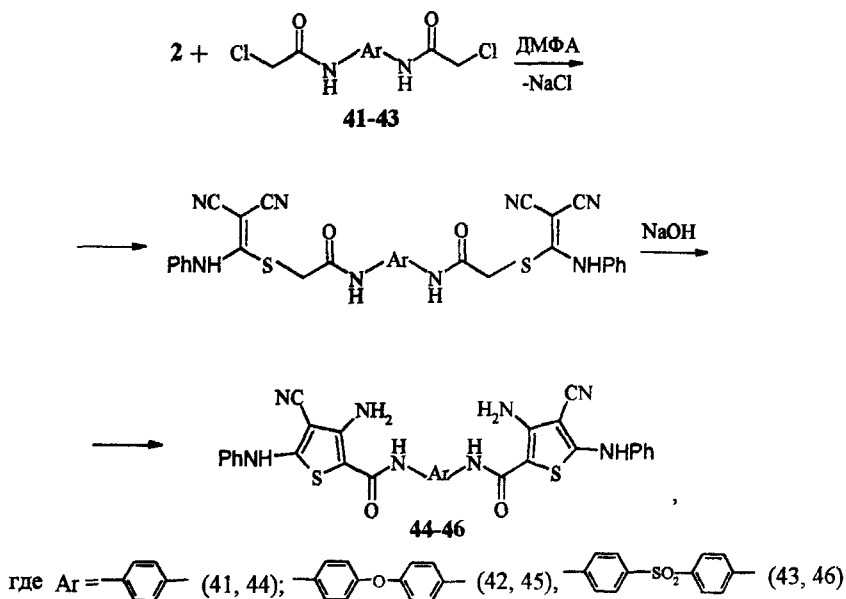
где $R_1=H$, $R_2=H$ (33, 37); $R_1=Cl$, $R_2=H$ (34, 38); $R_1=OCH_3$, $R_2=H$ (35, 39); $R_1=H$, $R_2=OCH_3$ (36, 40).

На первой стадии образуются замещенные сульфидами, содержащие вицинальные цианогруппы, которые гладко циклизируются в тиенотиофеновые структуры в условиях реакции Торпа-Циглера. Продукты 37-40 представляют собой кристаллические вещества с четкими температурами плавления, хорошо растворимые в ацетоне и амидных растворителях и не растворимые в эфире, хлороформе и бензоле.

2.5. Синтез 1,4-бис-[(5-фениламино-3-циано-4-аминотиофен)-2-ил]амидо-ариленов.

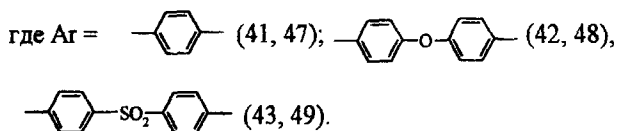
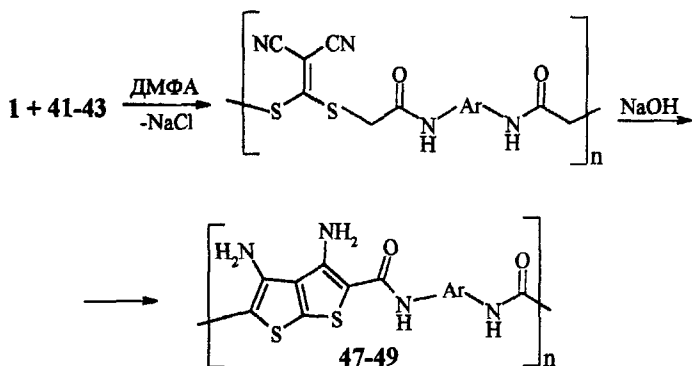
На втором этапе исследования модельных реакций данного раздела, была проведена конденсация монофункционального этантиолата 2 с бис-

хлорацетанилидами **41-43** в тех же условиях. Оказалось, что промежуточные бис-сульфидами с вицинальными группами CN так же легко циклизуются бистиофеновые структуры с арамидными мостиками **44-46**.



2.6. Синтез поли-2,5-(3,4-диаминотиено-[2,3-b]тиофен)4,4'-амидоариленов.

Исследование модельных реакций показало, что взаимодействие этендитиолата с монохлорацетильными соединениями и монотиолата с диацетилдихлоридами приводит к тиофеновым структурам. В условиях, аналогичных синтезу модельных соединений, была проведена поликонденсация 1,1-дицианозтендитиолата **1** с бис-хлорацетилариленами **41-43** по схеме:



Промежуточно образующиеся алифатически-ароматические полисульфидамиды так же гладко циклизовались в ароматические аморфные политиенотиофены **47-49**. Их характеристики представлены в табл 2

Таблица 2. Выход, приведённая вязкость и спектральные характеристики полимеров **47**, **48** и **49**.

Полимер	Выход, %	$\eta_{\text{пр}}$, дл/г	T_{d5} , °C	λ_{max} погл (в р-ре ДМСО), нм	λ_{max} эм (в р-ре ДМСО), нм
47	88	0.23	270	400	472
48	75	0.21	320	400	475
49*	90	0.26	370	456	472

* - $M_w = 30.4 \times 10^3$, $M_w/M_n = 1.48$

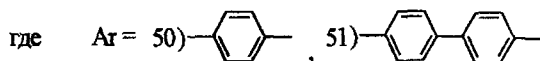
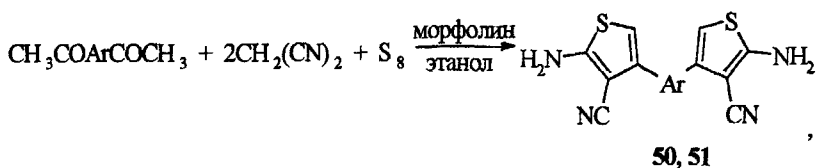
По данным термогравиметрического анализа на воздухе температура 5%-ной потери массы политиенотиофенфениламидов 47-49 ~ 300⁰С и они термически разлагаются полностью без образования коксового остатка до температуры 550⁰С. Полимеры растворимы в амидных растворителях и их растворы показывают синюю эмиссию в видимой области спектра и, возможно, могут быть применены в качестве фоточувствительных материалов.

3. Тиофенсодержащие 2,2'-диаминокарбодинитрилы в синтезе полимеров.

Кроме этендитиолата 1 для синтеза тиофенсодержащих полимеров перспективно использовать другие мономеры уже содержащие готовые тиофеновые циклы, например 2,2'-бисаминотиофен, для получения, которого в данной работе мы использовали реакцию Гевальда. Она заключается во взаимодействии карбонильных соединений с достаточно реакционноспособной группой C=O, имеющих в α -положении метиленовую группировку с соответствующими нитрилами и серой в присутствии оснований.

3.1. Синтез арилен-бис-(2-аминотиофен-3-карбонитрил)ов.

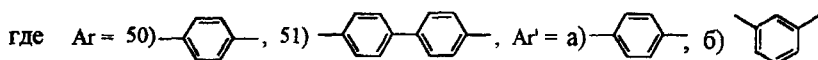
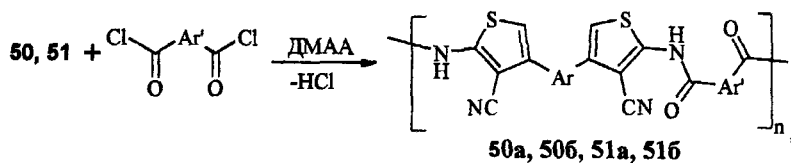
С целью получения тиофенсодержащих диаминодинитрилов 50, 51 нами впервые в качестве исходных соединений были предложены бисацетиларилены 1,4-диацетилбензол и 4,4'-диацетилдифенил, бромированные производные которых уже использовались нами ранее в синтезе тиенотиофеновых поликетонов (см. 2.2). Реакция протекает по схеме:



Диаминодинитрилы **50** и **51** представляют собой жёлтые порошки с температурами плавления 263-265 и 281-283⁰С соответственно. Строение их подтверждено спектральными методами и данными элементного анализа.

3.2. Синтез тиофенсодержащих полиамидов.

Полученные диаминодинитрилтиофены были использованы для синтеза тиофенсодержащих гетероциклических полимеров. С этой целью на первом этапе была отработана методика получения нитрилзамещённых тиофенсодержащих полиамидов взаимодействием **50** и **51** с хлорангидридами фталевых кислот. Для этого мы сочли целесообразным использование метода низкотемпературной поликонденсации в ДМАА, так как он является хорошим растворителем для данных диаминов и, одновременно, акцептором хлороводорода, выделяющегося в процессе реакции.



Полученные в результате этой реакции полимеры **50а, 50б, 51а и 51б** с приведенной вязкостью $0.11 \div 0.18$ дл/г $M_w = 2.2 \times 10^3$ (измерены методом седиментации для полимера **51б**) представляют собой аморфные порошки желто-коричневого цвета, растворимые в амидных растворителях. Их характеристики представлены в табл. 3.

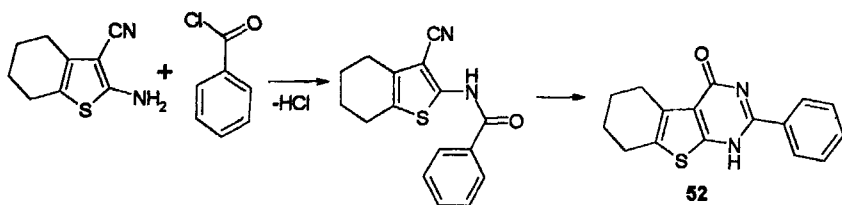
Таблица 3. Выход, приведённая вязкость и спектральные характеристики полимеров **50а, б** и **51а, б**.

Полимер	Выход, %	$\eta_{\text{пр}},$ дл/г	$T_{d5},$ °C	$\lambda_{\text{max}} \text{ поглощ. (в р-ре ДМСО) нм}$	$\lambda_{\text{max}} \text{ эм. (в р-ре ДМСО) нм}$
50а	89	0.12	270	413	440
50б	93	0.11	250	455	472
51а	92	0.17	320	446	456
51б	93	0.18	300	473	475

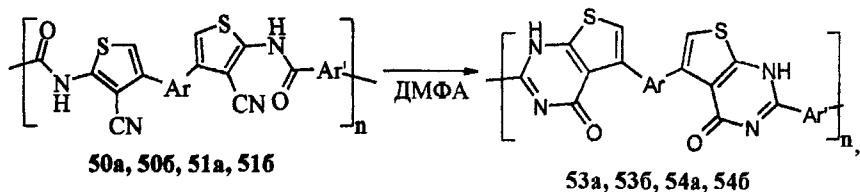
Спектры абсорбции и эмиссии полимеров **50a**, **50b**, **51a** и **51b** в растворе ДМСО обобщены в табл. 3. Максимум абсорбции находится в пределах 413÷473 нм, максимум эмиссии находится в пределах 440÷475 нм, что соответствует синей области видимого света. По данным термогравиметрического анализа они устойчивы на воздухе до ~ 300⁰С и термически разлагаются полностью без образования коксового остатка до температуры 550⁰С.

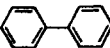
3.3. Изомеризационная полициклизация тиофенсодержащих полиамидов. Получение политиенопиримидонов.

С целью изучения возможности получения новых тиофенсодержащих полигетероариленов, содержащих систему конденсированных циклов, представлялось целесообразным провести дальнейшие реакции с полученными полиамидами. Из литературы известно, что нитрильная группа, находящаяся в орто-положении к амидной группе, способна взаимодействовать с последней с образованием гетероцикла в результате изомеризационной циклизации. В связи с этим нами было высказано предположение, что полиамиды **50a**, **50b**, **51a** и **51b** могут изомеризоваться под действием температуры в политиенопиримидоны, по аналогии с известной термической полициклизацией полицианамидов в полихи-назолы. Это предположение было проверено на модельной реакции термической цикломеризации, получения 4,5-тетраметилтиено-[5,6-b]-(2-фенил)-4(3H)пиримидона **52**. Предварительно 2-амино-3-циано-4,5-тетраметилтиофен был проацилирован бензоилхлоридом.



Изомеризацию осуществляли в растворе ДМФА при температуре кипения в инертной атмосфере в течение 48 часов. В условиях аналогичных модельной реакции, была осуществлена полицикломеризация полиамидов **50a**, **50b**, **51a** и **51b** по схеме:



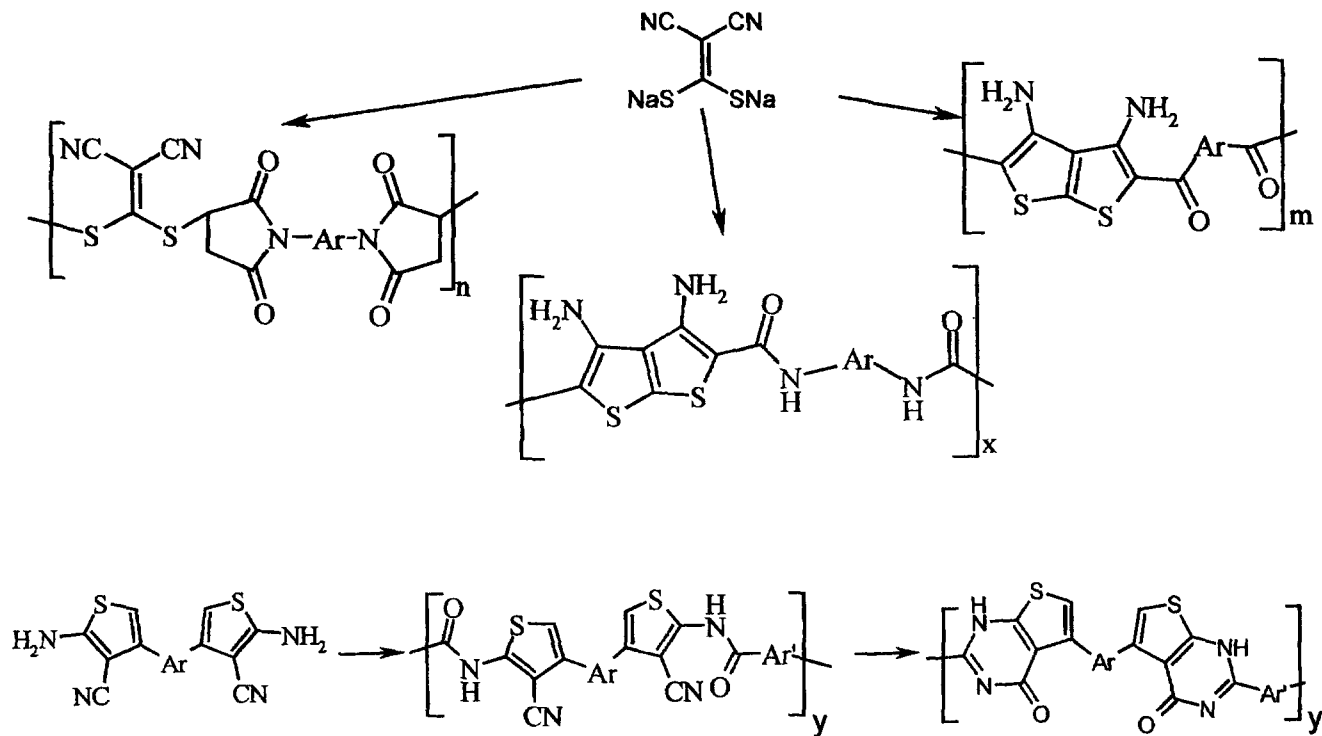
где Ar = 50, 53) , 51, 54) , Ar' = а) , б) 

Политиенопиримидоны **53a**, **53b**, **54a** и **54b** образуются при кипячении растворов полиамидов в растворе ДМФА.

Полимеры представляют собой устойчивые до 650°C неплавкие и нерастворимые порошки коричневого цвета, они обладают высокой устойчивостью к действию концентрированной серной кислоты, а также разбавленных кислот и щелочей.

Электропроводность полимеров измеряли в Институте электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН, а фотолуминесцентные измерения в Физическом институте им. П.Н. Лебедева РАН.

Производные малондинитрила в макромолекулярном синтезе



ВЫВОДЫ

1. Исследована реакционность тиольных групп 1,1-дицианоэтендитиолата натрия в нуклеофильном замещении и присоединении и показана перспективность использования его как мономера в макромолекулярной химии, для синтеза новых типов полимерных структур
2. Проведено подробное исследование модельной реакции 1,1-дицианоэтенмонотиолата с малеинимидами и найдены условия для синтеза полисукцинимидсульфидов полиприсоединением 1,1-дицианоэтендитиолата натрия к бисмалеинидам.
3. Изучено образование 2,5-бис-(3,4-диамино-2,5-диарил)-тиено-[2,3-б]тиофенов нуклеофильным замещением 1,1-дицианофениламиноэтендитиолата натрия с бромацетанилидами с последующей реакцией циклизации по Торпу-Циглеру, а также образование бистиофеновых производных, разделённых кетоариленовыми мостиками, конденсацией 1,1-дицианофениламиноэтендитиолата натрия с бис-бромацетилариленами.
4. В найденных условиях разработан новый метод получения политиофенкетон поликонденсацией этендитиолата натрия с бис-бромацетилариленами и формированием тиофеновых фрагментов за счёт полимераналогичных превращений непосредственно в ходе синтеза полимеров.
5. Впервые проведена конденсация 1,1-дицианоэтендитиолата натрия с монохлорацетанилидами, а так же монофункционального дицианоэтендитиолата с

бис-хлорацетанилидами с последующей циклизацией по Торпу-Циглеру в тиофеновые и тиенотиофеновые производные

6. Осуществлён синтез новых политиенотиофенов с арамидными мостиками и формированием тиофеновых фрагментов за счёт изомеризационных полимераналогичных превращений непосредственно в ходе синтеза полимеров
7. Взаимодействием малодинитрила с бисацетилариленами и серой по реакции Гевальда синтезированы и запатентованы новые мономеры - арилен-*бис*-(2-аминотиофен-3-карбонитрил)ы.
8. Поликонденсацией разработанных диаминодинитрилов с дихлорангидридами фталевых кислот получены соответствующие тиофенсодержащие полиамиды, подвергающиеся изомеризационной цикломеризацией в новые термостойкие политиенопиримидоны.

Основные результаты работы изложены в следующих публикациях:

1. Rodlovskaya E.N., Frolova N.G., Savin E.D., Nedel'kin V.I. 1,1-Dicyanoethenedithiol in the macromolecular synthesis. 1. Synthesis of polysuccinimidesulfides // Russian Polymer News, 2003, V 8, № 4, P 57-62.
2. Родловская Е.Н., Фролова Н.Г., Савин Е.Д., Неделькин В.И. Синтез политиенотиофенов поликонденсацией 1,1-дицианоэтендитиолатата натрия с *бис*-бромацетилариленами. // Высокомолек. соед А, 2004, Т 46, № 6, С. 973-979.

3. Родловская Е.Н., Фролова Н.Г., Савин Е.Д., Неделькин В.И. Синтез поли-тиенотиофенов поликонденсацией 1,1-дицианозтендитиолата натрия с бис-хлорацетанилидами. // Высокомолек. соед. А, 2004, Т. 46, № 10, С. 1674-1679.
4. Родловская Е.Н., Фролова Н.Г., Савин Е.Д., Неделькин В.И. Арилен-бис(2-аминотиофен-3-карбонитрил)ы в качестве мономеров для получения полиамидов, полиазометинов и полимочевин с фениленовыми группами. Патент РФ 2004, № 2230743.
5. Савин Е.Д., Фролова Н.Г., Родловская Е.Н. 1-(2'-Тиенил)-пиррол-2,5-дионы в гетероциклическом синтезе. // Школа молодых ученых "Органическая химия в XX веке", (Москва-Звенигород, 2000), Сб. тезисов докладов, С. 101.
6. Савин Е.Д., Фролова Н.Г., Родловская Е.Н. Новые методы синтеза пиррол-аннелированных гетероциклов. // 1-я Всероссийская конференция по химии гетероциклов, (Суздаль, 2000), Сб. тезисов докладов, С. 337.
7. Родловская Е.Н., Фролова Н.Г., Савин Е.Д., Зачернюк Б.А., Неделькин В.И. Дицианозтендитиолаты в гетероциклическом синтезе. // III Всероссийский симпозиум по органической химии "Стратегия и тактика органического синтеза", (Ярославль, 2001), Сб. тезисов докладов, С. 91.
8. Родловская Е.Н., Зачернюк Б.А., Фролова Н.Г., Неделькин В.И. Этендитиолаты в синтезе олигомерных и полимерных сульфидов. // VII Международная конференция по химии и физикохимии олигомеров "Олигомеры-2002" (Москва-Черноголовка, 2002), Сб. тезисов докладов, С. 98.
9. Родловская Е.Н., Фролова Н.Г., Савин Е.Д., Неделькин В.И. Арилен-бис(2-аминотиофен-3-карбонитрил)ы в качестве мономеров для получения поли-

амидов. // III Всероссийская Каргинская конференция “Полимеры-2004” (Москва, 2004), Сб. тезисов докладов, С. 130.

10. Артамонов А., Родловская Е., Неделькин В, Бурков В, Витухновский А
Тиофеновые производные для органических светоизлучающих диодов (OLEDs). // VI Международная конференция “Опто-, наноэлектроника, нанотехнологии и микросистемы” (Ульяновск, 2004), Сб тезисов докладов, С 80

Принято к исполнению 16/11/2005
Исполнено 17/11/2005

Заказ № 1299
Тираж: 120 экз.

ООО «11-й ФОРМАТ» ИНН 7726330900
Москва, Варшавское ш., 36
(095) 975-78-56
(095) 747-64-70
www.autoreferat.ru

№ 23 0 13

РНБ Русский фонд

2006-4

24486