

На правах рукописи

Глиздинская Лариса Васильевна

**СИНТЕЗ НЕСИММЕТРИЧНЫХ ПИРИДИНОВ ГАНЧА
И ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЦИКЛИЗАЦИИ
ИХ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ СОЛЕЙ**

02.00.03 – Органическая химия

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата химических наук

Омск – 2007

Работа выполнена в государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского» на кафедре органической химии

Научные руководители: доктор химических наук, профессор
Сагитуллин Рева Сафарович
кандидат химических наук, доцент
Сагитуллина Галина Павловна

Официальные оппоненты: доктор химических наук
Бургарт Янина Валерьевна
кандидат химических наук, доцент
Беляцкий Михаил Кириллович,

Ведущая организация: Новосибирский институт органической химии
им. Н. Н. Ворожцова СО РАН

Защита состоится 9 ноября 2007 года в 16 часов на заседании диссертационного совета К 212.274.04 при ГОУ ВПО «Тюменский государственный университет» по адресу: 625003, г. Тюмень, ул. Перекопская, 15а, химический факультет, ауд. 118а.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГОУ ВПО «Тюменский государственный университет».

Автореферат разослан 8 октября 2007 года

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат химических наук _____ Котова Т. П.

Общая характеристика работы

Актуальность работы. Химия пиридиниевых солей изучается и постоянно развивается с начала XX века. В ряду этих соединений обнаружены вещества с полезными свойствами, например: лекарственные препараты – калимин, дипироксим, аллоксим и гербициды – паракват и дикват.

Важным свойством пиридиниевых солей является их повышенная реакционная способность по отношению к нуклеофильным агентам, связанная с кватернизацией пиридинового азота. Для пиридиниевых солей характерны реакции замещения, присоединения по α - и γ -положениям и рециклизации. Кроме того, пиридиниевый катион активирует депротонирование алкильных групп в α - и γ -положениях, а также метиленовой группы, связанной с атомом азота, в солях ацетонил- и фенацилпиридиния. Все эти типы превращений используются в синтетических целях.

Соли пиридиния используются в качестве ключевых соединений в синтезе азулена по Хафнеру, пиридинов по Кренке, в реакции гетарилирования активированных ароматических и гетероциклических соединений, в синтезе индольных алкалоидов, в синтезе эфиров и амидов кислот (реакция Мукайама), в качестве ацилирующих агентов (псевдо-Вильсмейер реагенты) в реакции с енаминами.

Принципиально новым направлением исследования химии пиридиниевых солей является изучение их изомеризационной рециклизации под действием оснований. Направление возникло на кафедре органической химии МГУ и продолжено в ОмГУ. Было установлено, что продуктами рециклизации пиридиниевых солей под действием N-, O-, C-нуклеофилов являются замещенные анилины, 2-аминопиридины, 2-аминобифенилы, индолы, карбазолы. Таким образом, исследование новых синтетических возможностей рециклизации пиридиниевых солей и их применение в направленном синтезе карбо- и гетероциклических соединений является актуальной задачей.

Цель работы. Главной задачей исследования явилось изучение превращений четвертичных солей несимметричных пиридинов Ганча, влияния электронных и структурных факторов на направление рециклизации.

Научная новизна.

- Впервые изучена рециклизация четвертичных солей пиридиния несимметричного строения под действием оснований.
- Установлено участие сложноэфирной группы в положении 3 ядра пиридиниевой соли в гетероциклизации с образованием пиридин-2-онов при рециклизации солей эфиров функционально замещенных никотиновых кислот.
- Установлено участие цианогруппы в гетероциклизации с образованием 2-метиламино-3-формилпиридина при рециклизации соли 1,2-диметил-4-фенил-5-циано-3-этоксикарбонилпиридиния.

- Разработан новый подход к синтезу бифенилов рециклизацией 4-фенил-5-нитропиридиниевых и 6- фенил-5-нитропиридиниевых солей.
- Разработан новый подход к синтезу *мета*-терфенилов рециклизацией 2,4-дифенил-5-нитропиридиниевых солей.

Практическая ценность. Показано, что рециклизация несимметричных пиридинов Ганча позволяет получать новые карбо- и гетероциклические соединения, которые трудно или невозможно получить известными методами.

Установленные в процессе работы структурные факторы и закономерности рециклизации пиридиниевых солей позволяют осуществить целенаправленный синтез труднодоступных бифенилов, *мета*-терфенилов, нитроаминопиридинов, пиридин-2-онов.

Положения, выносимые на защиту.

1. Препаративный метод синтеза несимметричных нитропиридинов Ганча конденсацией нитрохалконов с различными енаминами.
2. Оптимальные условия алкилирования низкоосновных пиридинов.
3. Рециклизации пиридиниевых солей с участием циано- и сложноэфирной групп в образовании аминопиридина и пиридонов.
4. Рециклизации нитропиридиниевых солей, протекающие как изомеризация с образованием карбоциклических соединений.
5. Новый метод синтеза замещенных бифенилов.
6. Простой и эффективный метод синтеза *мета*-терфенилов.

Апробация работы и публикации. Основные результаты диссертационной работы доложены на Межинститутском коллоквиуме “Химия азотистых гетероциклов” (Черноголовка, 1995), Международной конференции по органической химии памяти академика И. Я. Постовского (Екатеринбург, 1998), Всероссийской конференции по химии гетероциклов памяти профессора А. Н. Коста (Суздаль, 2000), 2-м Евроазиатском семинаре “Гетероциклы в органической и комбинаторной химии” (Новгород, 2002), 3-м Евроазиатском семинаре “Гетероциклы в органической и комбинаторной химии” (Новосибирск, 2004), Международной конференции по химии гетероциклов, посвященной 90-летию со дня рождения профессора А. Н. Коста (Москва, 2005).

По материалам работы опубликовано 8 статей в центральной и зарубежной печати и 6 тезисов докладов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты №№ 96-03-33389-а, 00-03-32832-а, 04-03-32652-а)

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа изложена на 153 страницах и состоит из введения, литературного обзора, посвященного методам синтеза *мета*-терфенилов, обсуждения полученных результатов,

экспериментальной части и заключения; содержит 32 таблицы, 8 рисунков, список цитируемой литературы состоит из 206 наименований.

Основное содержание работы

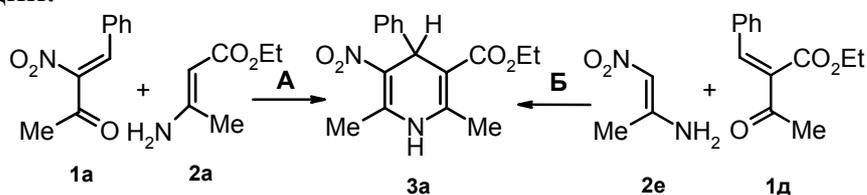
Основной задачей данного диссертационного исследования, как это уже отмечалось выше, было изучение синтетических возможностей рециклизации солей несимметричных пиридинов Ганча, направление реакции которых с нуклеофильными реагентами априори предсказать невозможно. Главными объектами исследования были несимметричные пиридины Ганча.

1. Синтез несимметричных пиридинов Ганча

Интерес к синтезу пиридинов Ганча обусловлен широким спектром их биологической активности. Так, в ряду 3(5)-нитро-1,4-дигидропиридинов обнаружены соединения, которые являются Са-антагонистами, обладают противовирусной активностью. Замещенные 3(5)-нитро-1,4-дигидропиридины могут применяться в лечении заболеваний системы кровообращения, гипертонии, атеросклероза, стенокардии и диабета. Именно это обстоятельство является стимулом к синтезу новых представителей 1,4-дигидропиридинов.

Все исходные пиридины получены двухкомпонентным синтезом Ганча–Байера. Этот синтез, основанный на разделении стадий реакции Кневенагеля и Михаэля, в котором используются отдельно полученные нитрохалконы и енамины, наиболее удобен для синтеза несимметричных 1,4-дигидропиридинов, поскольку исключает возможность образования симметричных 1,4-дигидропиридинов в качестве побочных продуктов циклоконденсации.

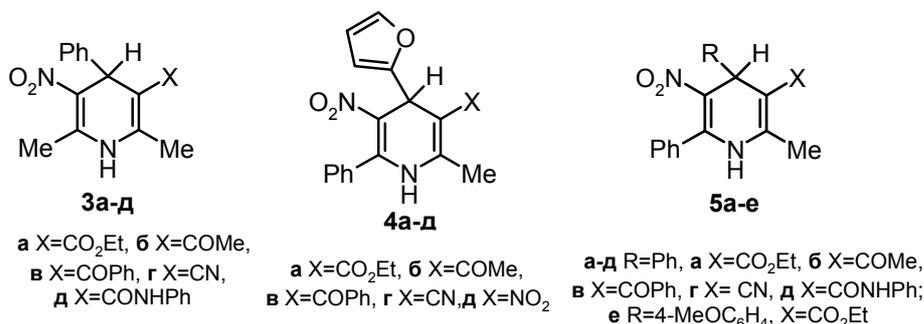
Синтез 2,6-диметил-3-нитро-5-карбэтокси-4-фенил-1,4-дигидропиридина **3a** по реакции Ганча–Байера осуществляли в двух вариантах циклоконденсации.



При использовании бензилиденнитроацетона **1a** и енамина ацетоуксусного эфира **2a** (вариант А) дигидропиридин **3a** получен с выходом 56%. Альтернативное получение дигидропиридина **3a** сопряженным присоединением енамина нитроацетона **2e** к бензилиденацетоуксусному эфиру **1d** с последующей циклоконденсацией (вариант Б) приводит к дигидропиридину **3a** с выходом 40%. Таким образом активность бензилиденнитроацетона **1a** в реакции сопряженного присоединения выше, чем бензилиденацетоуксусного эфира **2e**. В дальнейшем в синтезе

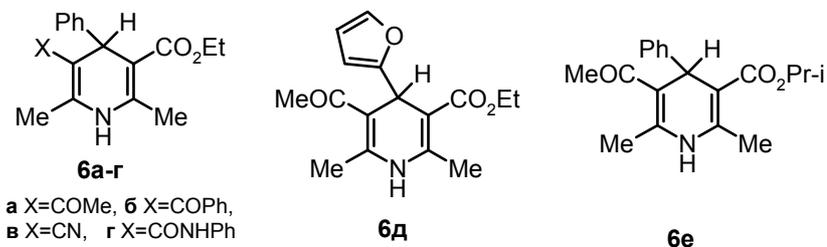
нитродигидропиридинов **3а-д**, **4а-д**, **5а-е** использовали продукты реакции Кневенагеля нитрокетонов и ароматических или гетероциклических альдегидов с различными енаминами, т.е. вариант А.

Было найдено, что 2,6-диметил-3-нитро-4-фенил-1,4-дигидропиридины **3а-д**, 2-метил-5-нитро-6-фенил-4-(2-фурил)-1,4-дигидропиридины **4а-д**, 2-метил-5-нитро-4,6-дифенил-1,4-дигидропиридины **5а-е** образуются с препаративными выходами при проведении реакции в уксусной кислоте при комнатной температуре и эквимолярном соотношении исходных соединений. Большинство дигидропиридинов, за исключением **3б** и **5б**, выпадают в осадок из уксусной кислоты по завершении реакции.



Строение дигидропиридинов **3а-д**, **4а-д**, **5а-е**, а также всех впервые полученных соединений подтверждено данными ИК- и ЯМР ¹H-спектроскопии, масс-спектрометрии и элементного анализа.

Эфиры 2,6-диметил-4-фенил-1,4-дигидропиридин-3-карбоновых кислот **6а-е** были получены по известным методикам.

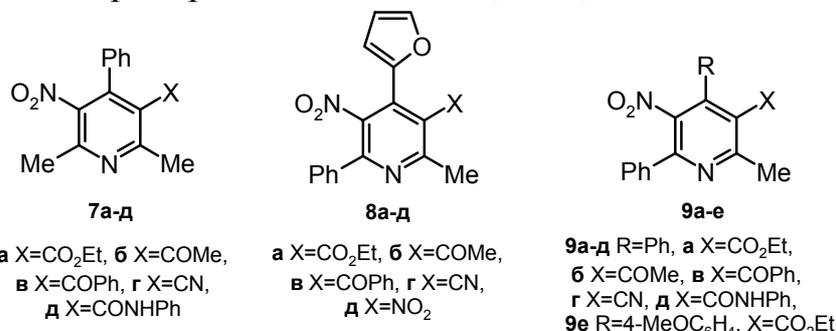


Этил-2,6-диметил-4-фенил-5-бензоил-1,4-дигидропиридин-3-карбоксилат **6б** был получен взаимодействием этилового эфира β-аминокротоновой кислоты с бензилиденовым производным бензоилацетона. Конденсацией енамина ацетилацетона, 3-аминокротононитрила, анилида β-аминокротоновой кислоты с бензилиденовым производным ацетоуксусного эфира синтезированы 1,4-дигидропиридины **6а,в,г**. Соединения **6д,е** получены взаимодействием енамина ацетилацетона с фурфурилиденовым производным ацетоуксусного эфира и бензилиденовым производным изопропилового эфира ацетоуксусной кислоты.

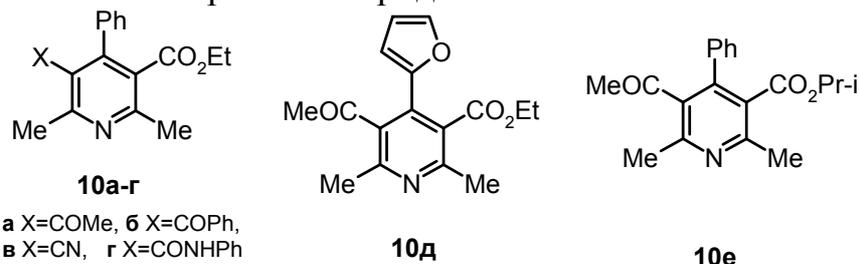
Ароматические производные нитропиридина также обладают биологической активностью, в частности, противоопухолевой, гербицидной, являются эффективными антагонистами Н₂ и Н₃ гистаминных рецепторов. Реакция окисления дигидропиридинов хорошо изучена и в качестве окислителей используется широкий ряд как неорганических, так и

органических реагентов (NaNO_2 в уксусной кислоте, азотная кислота, CrO_3 , KMnO_4 , $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ и $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, *n*-хлоранил, *o*-хлоранил и т.д.).

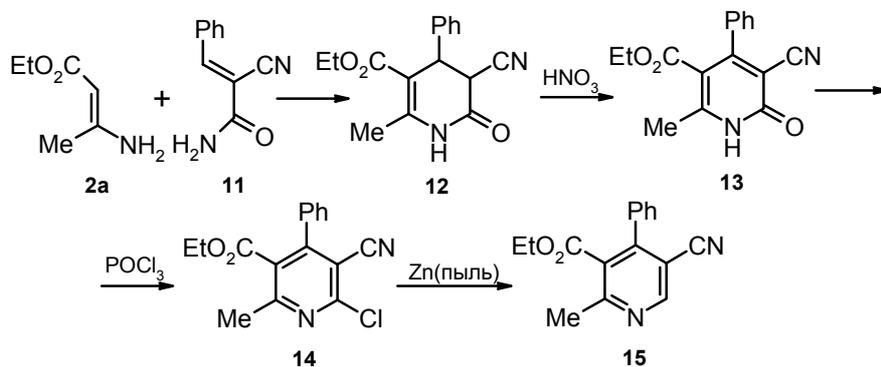
В данной работе ароматизацию впервые полученных нитро-1,4-дигидропиридинов **3а-д**, **4а-д**, **5а-е** проводили нитритом натрия в уксусной кислоте при температуре 60–70°C. Таким путем были синтезированы несимметричные нитропиридины Ганча **7а-д**, **8а-д**, **9а-е**.



Ароматизацию эфиров 2,6-диметил-4-фенил-1,4-дигидропиридин-3-карбоновых кислот **6а-е** проводили хромовым ангидридом в уксусной кислоте. Были получены несимметричные пиридины Ганча **10а-е**.

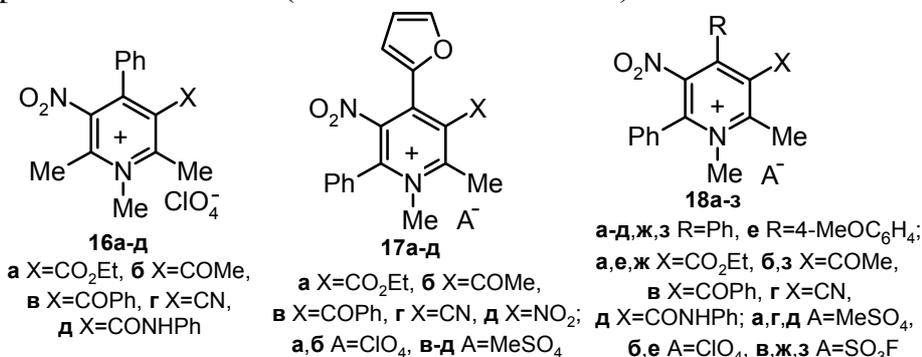


Синтез этил-2-метил-4-фенил-5-цианоникотината **15** включал структурную модификацию ранее описанного этил-2-метил-6-оксо-4-фенил-5-циано-1,6-дигидропиридин-3-карбоксилата **13** с использованием нуклеофильного замещения гидроксигруппы на хлор и восстановительного дехлорирования.



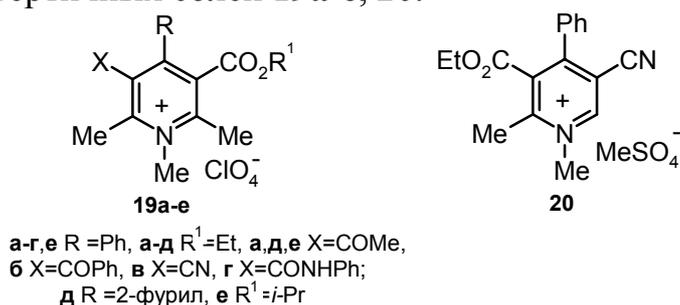
2. Получение N-метилпиридиниевых солей

Для алкилирования нитропиридинов **7а-д**, **8а-д**, **9а-е** из-за их весьма низкой основности использовали диметилсульфат и метиловый эфир фторсульфоновой кислоты (“магический метил”).

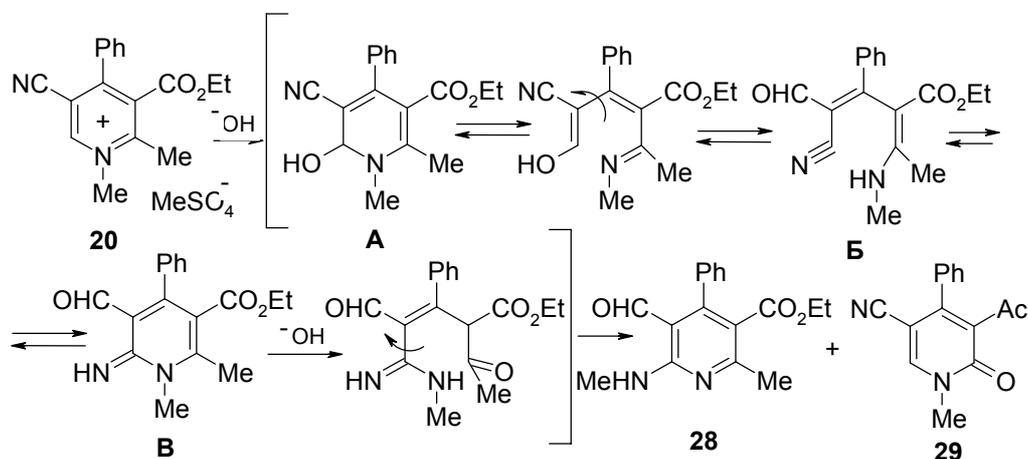


При нагревании пиридинов **7а,г,д**, **8а-д**, **9а,б,г-е** с избытком диметилсульфата образуются соответствующие метилсульфаты пиридиния **17в-д**, **18а,г,д**. Метилсульфаты пиридиния **16а,г,д**, **17а,б**, **18б,е** образуются в виде масла, поэтому их превращали в хорошо кристаллизующиеся перхлораты путем замены аниона. Нитропиридин **9в** не алкилируется диметилсульфатом, поэтому для получения четвертичной соли **18в** использовали метиловый эфир фторсульфоновой кислоты. Кроме метилсульфата **18а** и перхлората **18б**, из пиридинов **9а,б** получали также хорошо кристаллизующиеся фторсульфонаты **18ж,з**. Выход перхлората **16д**, полученного алкилированием как диметилсульфатом, так и метиловым эфиром фторсульфоновой кислоты, невысок в связи с низкой растворимостью пиридина **7д**.

Эфиры 2,6-диметилпиридин-5-карбоновых кислот **10а-е** и этил-2-метил-4-фенил-5-цианоникотинат **15** легко алкилируются диметилсульфатом с образованием четвертичных солей **19а-е**, **20**.



сложноэфирной группы. Основным направлением реакции является двойная перегруппировка, с образованием N-метиламинопиридина **28**. Региоселективность реакции обусловлена преимущественной атакой гидроксильного аниона стерически менее экранированного положения 6 пиридиновой соли **20** с образованием псевдооснования **A**. После раскрытия псевдооснования **A** происходит поворот по связи 4,5 и нуклеофильная атака аминогруппы на электронодефицитный углеродный атом цианогруппы раскрытой формы **Б** с образованием циклического амидина **В**. Дальнейшее превращение идет по обычной схеме перегруппировки Димрота, в результате которой метиламинный фрагмент выходит из цикла и образуется N-метиламинопиридин **28**. Образование пиридона **29** происходит в результате атаки гидроксильного аниона по положению 2 пиридиновой соли **20** с участием сложноэфирной группы в гетероциклизации по схеме, описанной ранее в разд. 3.3.1.



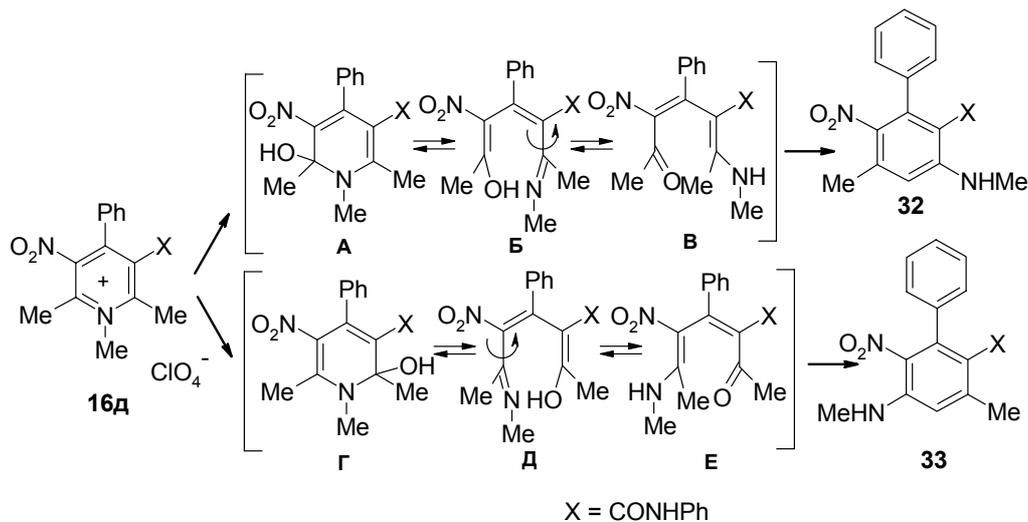
Выше было показано, что рециклизация перхлората 1,2,6-триметил-4-фенил-3-циано-5-этоксикарбонилпиридиния **19в** в аналогичных условиях протекает с участием сложноэфирной группы и образованием пиридона **27в**. При отсутствии α -метильной группы гидроксил атакует стерически неэкранированное положение 6, что приводит к участию цианогруппы в гетероциклизации и главным продуктом является аминопиридин **28**.

3.3. Новый подход к синтезу бифенилов путем рециклизации нитропиридиновых солей

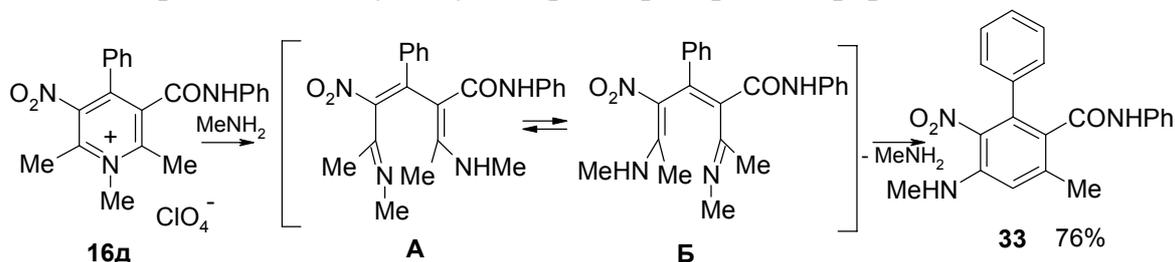
В настоящей работе осуществлен новый подход к синтезу бифенилов и 3-(2-фурил)бифенилов, который основан на рециклизации замещенных нитропиридиновых солей **16д** и **17а-д**. Рециклизация перхлората 3-(N'-фенилкарбамоил)-1,2,6-триметил-5-нитро-4-фенилпиридиния **16д** под действием водно-спиртовой щелочи протекает с участием обеих метильных групп и приводит к образованию изомерных 5-метил-3-метиламино-6-

нитробифенила **32** и 3-метил-5-метиламино-6-нитробифенила **33** в соотношении 3:2 с суммарным выходом 53%.

В результате атаки гидроксильного аниона по положению 2 и 6 пиридиновой соли **16д** образуются псевдооснования **А** и **Г**, изомеризация которых с разрывом связи С–N ядра пиридина приводит к раскрытым формам **Б** и **Д**. Замыкание бензольного цикла происходит за счет внутримолекулярной альдольно-кетоновой конденсации ацетильной группы, образующейся после раскрытия ядра пиридина, на метильную группу раскрытых форм **В** и **Е**.

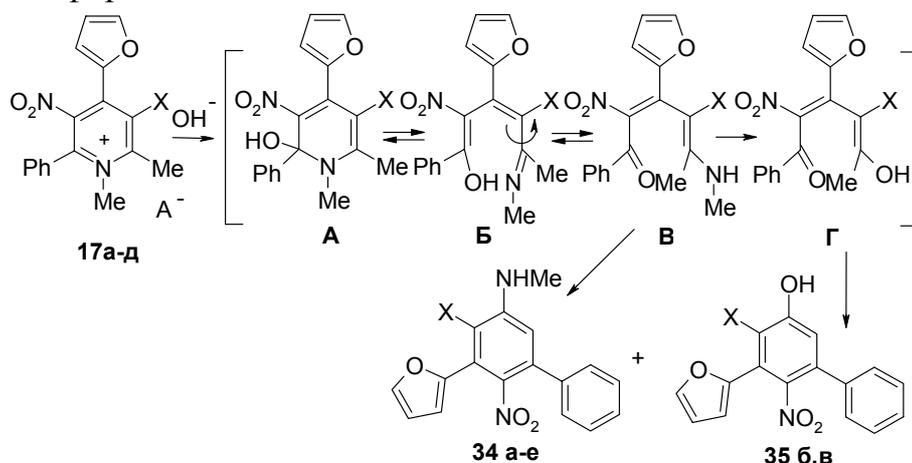


Замена щелочи в рециклизации соли **16д** на спиртовой метиламин приводит к одному продукту – бифенилу **33** с выходом 76%. Изомерный бифенил **32** образуется лишь в следовых количествах. Этот результат, по-видимому, можно объяснить большей устойчивостью раскрытой формы **Б** за счет внутримолекулярной водородной связи между нитро- и метиламинной группами в ее енаминном фрагменте. Следует отметить также, что вне зависимости от того, по какому из α -положений присоединяется метиламин, возможно образование двух таутомерных раскрытых форм **А** и **Б**.



Рециклизация солей **17а-д** под действием водно-спиртовой щелочи происходит путем присоединения гидроксильного аниона к наиболее электродефицитному α -положению пиридинового ядра (в *орто*-положение к нитрогруппе) с образованием псевдооснования **А**, изомеризация которого с разрывом связи С–N ядра пиридина приводит к раскрытой форме **Б**. Замыкание бензольного цикла происходит за счет внутримолекулярной альдольно-

кратоновой конденсации бензоильной группы, образующейся после раскрытия ядра пиридина, на метильную группу раскрытой формы **В**, что приводит к замыканию связи углерод-углерод и образованию бензольного цикла. Рециклизация четвертичных солей 5-нитроникотинитрила и 3,5-динитропиридина **17г,д** протекает региоспецифично с образованием 3-(2-фурил)бифенилов **34г,д** с выходами 66 и 68% соответственно. Рециклизация 3-ацетил-5-нитро- и 3-бензоил-5-нитропиридиниевых солей **17б,в** происходит с образованием двух продуктов реакции **34б,в** и **35б,в**. 5-Гидрокси-3-(2-фурил)бифенилы **35б,в** являются побочными продуктами реакции и образуются из раскрытой формы **Г** после гидролиза енаминного фрагмента раскрытой формы **В**.



17, 34, 35 а X=CO₂Et, **б** COMe, **в** C₆H₅, **г** CN, **д** NO₂, **д** CO₂H

Следует отметить, что рециклизацией четвертичных солей нитропиридинов в мягких условиях могут быть получены 3-(2-фурил)бифенилы с различным набором заместителей в бензольном ядре, связанном с фурановым циклом.

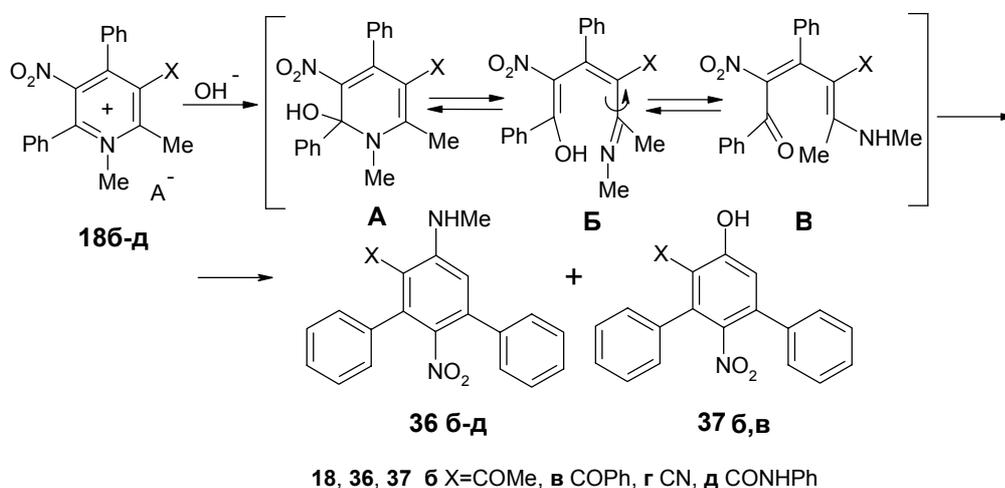
3.4. Новый подход к синтезу *мета*-терфенилов

Большинство известных *мета*-терфенилов, как было показано в литературном обзоре, получены путем построения центрального бензольного цикла с использованием рециклизации солей пирилия или тиопирилия под действием C-нуклеофилов, замыканием центрального цикла из ациклических предшественников с последующей ароматизацией, а также реакциями кросс-сочетания и прямым арилированием замещенных ароматических соединений.

В настоящей работе осуществлен новый подход к *мета*-терфенилам, который основан на рециклизации дифенилпиридиниевых солей.

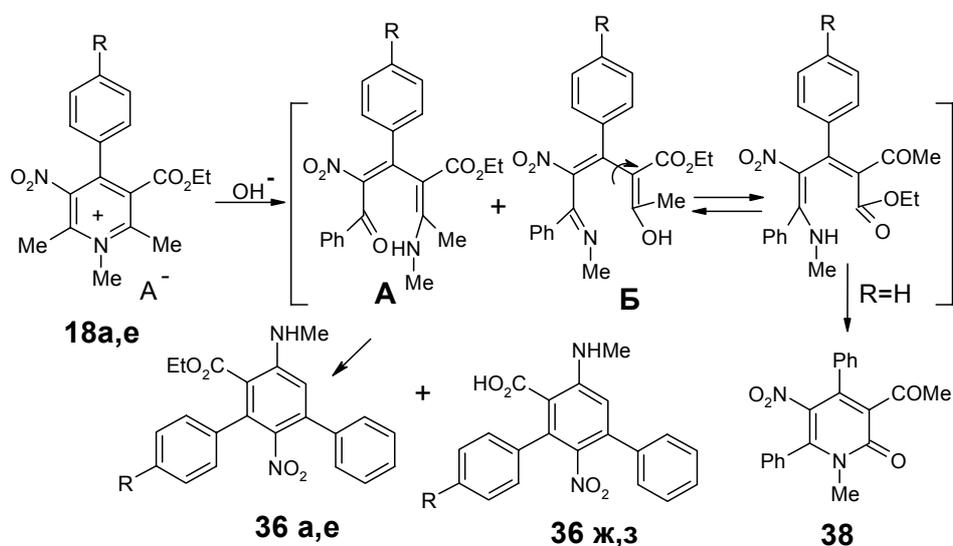
Рециклизация 4,6-дифенилпиридиниевых солей **18б-д** под действием водно-спиртовой щелочи происходит путем атаки гидроксильного аниона по наиболее электронодефицитному положению 6 пиридиниевой соли (в *о*-положение к нитрогруппе) с последующей изомеризацией псевдооснования **А** в раскрытую форму **Б**. Замыкание центрального бензольного кольца в *мета*-

терфенилах **36б-д** происходит путем внутримолекулярной альдольно-кетоновой конденсации образующейся бензоильной группы на метильную группу раскрытой формы **В**. Выход *мета*-терфенилов составил 46-70%.



5'-Метиламино-*мета*-терфенилы **36г,д** являются единственными продуктами рециклизации солей **18г,д**. Рециклизация солей **18б,в** протекает с частичным гидролизом енаминного фрагмента раскрытой формы **В** под действием щелочи и приводит к образованию 5'-гидрокси-*мета*-терфенилов **37б,в**, но вклад этого процесса незначителен.

При рециклизации четвертичных солей **18а,е** основными продуктами реакции являются 4'-этоксикарбонил-*м*-терфенилы **36а,е** и 4'-карбокси-*м*-терфенилы **36ж,з**. Конкуренным направлением рециклизации соли **18а** является процесс гетероциклизации с участием сложноэфирной группы и образованием пиридона **38**. Замыкание ядра пиридона **38** происходит путем внутримолекулярного ацилирования сложноэфирной группой енаминного фрагмента раскрытой формы **Б**, образующейся при атаке гидроксильного аниона в положение 2 пиридиновой соли (в *о*-положение к сложноэфирной группе). Следует отметить, что для солей эфиров никотиновой кислоты, содержащих в положении 5 акцепторные заместители меньшей силы, чем нитрогруппа (CN, COCH₃, COPh, CONHPh), это направление рециклизации с участием сложноэфирной группы в образовании пиридонов является основным (разд. 3.1).



Этот подход может быть использован для получения *мета*-терфенилов с различным набором заместителей в центральном бензольном кольце.

Основные выводы и результаты работы

Таким образом, представленные результаты диссертационного исследования свидетельствуют о том, что конечные продукты рециклизации пиридиновых солей определяются строением раскрытых форм, которые таутомерны образующимся псевдооснованиям. Строение псевдооснования зависит от места ковалентного присоединения гидроксил-иона, который практически всегда атакует углеродный атом с наибольшим положительным зарядом при равных стерических ограничениях.

Исходя из изложенного, можно утверждать, что направление рециклизации несимметричных пиридиновых солей определяется их строением и может приводить к образованию новой связи углерод – углерод и замыканию карбоцикла, либо к образованию связи углерод – азот, что приводит к новому гетероциклу.

В результате выполненного исследования по рециклизации четвертичных солей несимметричных пиридинов Ганча установлено:

1. Рециклизация солей эфиров 1,2,6-триметилникотиновой кислоты, содержащих в положении 5 ядра пиридина ацетильную, бензоильную, циано- и фенилкарбамоильную группы, происходит с разрывом связи C(2)–N ядра пиридина и последующей гетероциклизацией с участием сложноэфирной группы и образованием замещенных пиридин-2-онов.
2. Рециклизация соли эфира 1,2-диметилникотиновой кислоты, содержащей в положении 5 цианогруппу протекает по схеме двойной перегруппировки и с участием цианогруппы в гетероциклизации. Этот

результат свидетельствует о преобладании структурных факторов над электронными.

3. Рециклизация нитропиридиниевых солей, содержащих в положении 3 ядра пиридина ацетильную, бензоильную, этоксикарбонильную, циано- и фенилкарбамоильную группы происходит с разрывом связи C(6)–N и образованием новой связи C–C с формированием бензольного цикла.
4. Разработан новый подход к синтезу бифенилов рециклизацией 4-фенил-5-нитропиридиниевых и 6-фенил-5-нитропиридиниевых солей.
5. Разработан новый подход к синтезу *мета*-терфенилов рециклизацией 2,4-дифенил-5-нитропиридиниевых солей.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Шкиль Г. П. Рециклизация солей несимметричных пиридинов Ганча / Г. П. Шкиль., Л. В. Бердович (Глиздинская), В. Лусис, Д. Муценице, Р. С. Сагитуллин // ХГС. – 1995. – № 1. – С. 86-89.
2. Сагитуллина Г. П. Нитропиридины. 1. Синтез нитропиридинов Ганча и их четвертичных солей / Г. П. Сагитуллина, Л. В. Глиздинская, Г. В. Ситников, Р. С. Сагитуллин // ХГС. – 2002. – № 11. – С. 1518-1524.
3. Сагитуллина Г. П. Новый подход к синтезу *мета*-терфенилов / Г. П. Сагитуллина, Л. В. Глиздинская, Р. С. Сагитуллин // ХГС. – 2005. – № 4. – С. 633.
4. Сагитуллина Г. П. Нитропиридины. 2. Синтез нитро- и динитропиридинов Ганча / Г. П. Сагитуллина., Л. В. Глиздинская, Р. С. Сагитуллин // ХГС. – 2005. – № 6. – С. 858-863.
5. Сагитуллина Г. П. Цианопиридины. Синтез и рециклизация их четвертичных солей / Г. П. Сагитуллина, Л. В. Глиздинская, С. И. Олейникова, Е. Г. Атавин, Р. С. Сагитуллин // ЖОрХ. – 2005. – Т. 41. – Вып. 9. – С. 1395-1401.
6. Sagitullina G. P. New synthesis of 3-(2-furyl)biphenyls / G. P. Sagitullina., L. V. Glyzdinskaya, R. S. Sagitullin // Mendeleev Comm. – 2006. – № 1. – P. 56-57.
7. Сагитуллина Г. П. Нитропиридины. III. Синтез *мета*-терфенилов путем рециклизации нитропиридиниевых солей / Г. П. Сагитуллина, Л. В. Глиздинская, Р. С. Сагитуллин // ЖОрХ. – 2006. – Т. 42. – Вып. 8. – С. 1222-1226.
8. Сагитуллина Г. П. Нитропиридины. IV. Синтез 3-(2-фурил)бифенилов путем рециклизации нитропиридиниевых солей / Г. П. Сагитуллина, Л. В. Глиздинская, Р. С. Сагитуллин // ЖОрХ. – 2007. – Т. 43. – Вып. 4. – С. 604-608.
9. Шкиль Г. П. Рециклизация четвертичных солей пиридинов Ганча / Г. П. Шкиль, Л. В. Бердович (Глиздинская), Л. Ф. Туренко, Р. С. Сагитуллин // Химия азотистых гетероциклов: Сб. тезисов межинститутского коллоквиума / Черноголовка, 1995. – С. 89.
10. Shkil G. P. Synthesis and recyclization of asymmetrical nitropyridinium quaternary salts / G. P. Shkil, L. V. Glyzdinskaya, A. G. Noskov, S. S. Tataurova, R. S. Sagitullin // International Memorial I. Postovsky Conference on Organic Chemistry: Program and Abstract / Ekaterinburg, 1998. – P. 122.
11. Сагитуллина Г. П. Рециклизация четвертичных солей диарилнитропиридиния / Г. П. Сагитуллина, Л. В. Глиздинская, Г. В. Ситников, Р. С. Сагитуллин // Всероссийская конференция по химии гетероциклов памяти А. Н. Коста: Тез. докл. / Суздаль, 2000. – С. 10.

12. Sagitullina G. P. Synthesis of nitropyridines from nitrocarbonyl compounds / G. P. Sagitullina, L. V. Glyzdinskaya, G. V. Sitnikov, E. O. Silina, R. S. Sagitullin // Proceedings of the Second Eurasian Meeting on Heterocyclic Chemistry / Novgorod the Great, 2002. – P. 45.
13. Sagitullina G. P. Synthesis of New Biphenylfuranes / G. P. Sagitullina, L. V. Glyzdinskaya, R. S. Sagitullin // III EuroAsian Heterocyclic Meeting: Book of Abstracts / Novosibirsk, 2004. – P. 193.
14. Сагитуллина Г. П. Новый подход к синтезу *мета*-аминобифенилов / Г. П. Сагитуллина, Л. В. Глиздинская, С. И. Олейникова, Р. С. Сагитуллин // Международная конференция по химии гетероциклических соединений, посвященная 90-летию со дня рождения А. Н. Коста: Тез. докл. / Москва, 2005. – С. 292.