

Циклоприсоединение окисей нитрилов по кратным связям, содержащим гетероатом

А.А.Есипенко, Л.И.Самарай

Институт органической химии Академии наук Украины
252660 Киев, Мурманская ул., 5, факс (044)552–8308

В обзоре собран и систематизирован материал по реакциям циклоприсоединения окисей нитрилов по кратным связям, содержащим отличные от углерода атомы. Предпринята попытка на основании имеющихся экспериментальных данных проследить закономерности этих процессов.
Библиография — 219 ссылок.

Оглавление

I. Введение	1164
II. Общая характеристика реакций циклоприсоединения окисей нитрилов	1164
III. Реакции присоединения окисей нитрилов по кратным связям	1165

I. Введение

В ряду 1,3-диполей, широко используемых в органическом синтезе, важное место занимают окиси нитрилов карбоновых кислот. Это доступные соединения, довольно легко взаимодействующие с различными дипольяфилами. Поэтому их часто используют для получения гетероциклических продуктов, а также в синтезе биологически активных соединений с определенными стереохимическими параметрами и аналогов природных соединений. В последнее время окиси нитрилов находят применение в качестве модифицирующих добавок к полимерным материалам. Не менее важное значение имеет использование их в качестве модельных соединений в теоретических исследованиях реакций 1,3-циклоприсоединения.

К настоящему времени по химии окисей нитрилов имеется монография¹, а также ряд обзоров,^{2–5} которые охватывают литературу до 1989 г. Основное внимание в них уделено наиболее изученным реакциям циклоприсоединения этих диполей по связям $C=C$ и $C\equiv C$. Работы же по изучению реакций окисей нитрилов с кратными связями, содержащими отличные от углерода атомы, достаточно полно представлены только до 1970 г. в монографии¹. В последующих обзорах таким взаимодействиям уделяется лишь незначительное внимание. Кроме того, реакции окисей нитрилов с некоторыми кратными связями (например, $C=As$, $C=P^V$, $C\equiv P$, $Ge=S$) начали изучать сравнительно недавно и о них не упоминается в указанных обзорах.

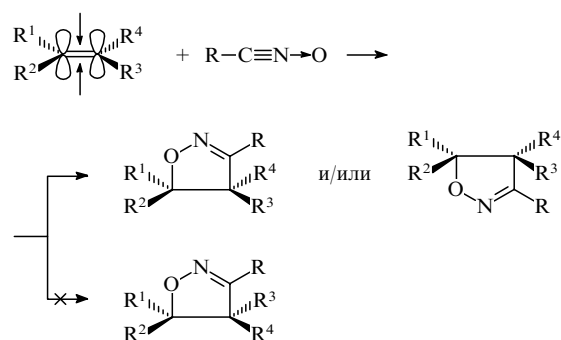
В настоящем обзоре систематизирована литература (до 1992 г. включительно) по реакциям присоединения окисей

нитрилов по кратным связям, а также предпринята попытка на основании имеющихся экспериментальных данных проследить некоторые закономерности этих процессов.

II. Общая характеристика реакций циклоприсоединения окисей нитрилов

Прежде чем приступить к рассмотрению реакций окисей нитрилов с конкретными кратными связями, следует отметить некоторые закономерности, характерные для всех реакций циклоприсоединения окисей нитрилов, связанные с общим механизмом их протекания.^{2, 6–9}

1. Высокая стереоспецифичность циклоприсоединения. Присоединение диполя идет в *цис*-положение к кратной связи. При этом конфигурация, например, *цис*- и *транс*-олефинов не нарушается.



Это свойство находит широкое применение в синтезе аналогов природных соединений и биологически активных соединений с заданными стереохимическими параметрами.

2. Умеренные ($E_a = 9 \div 16$ ккал·моль⁻¹) энтальпии активации и большие значения отрицательных энтропий активации ($\Delta S_a^\ddagger = -18 \div -30$ кал·моль⁻¹·К⁻¹), характерные для высокоупорядоченного переходного состояния (ПС).

3. Слабая зависимость скорости реакции от полярности растворителя, свидетельствующая о незначительном разделении зарядов в ПС. Этот же факт подтверждается и слабой зависимостью скорости реакции от природы заместителей в

А.А.Есипенко. Кандидат химических наук, научный сотрудник отдела химии гетерокумуленов ИОХ АН Украины.
Телефон 551–0674

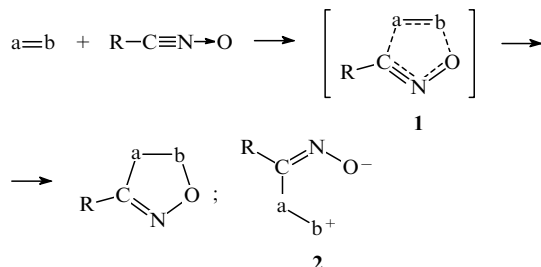
Л.И.Самарай. Доктор химических наук, профессор, заведующая тем же отделом.

Круг научных интересов авторов: химия гетерокумуленов.

Дата поступления 1 октября 1993 г.

диполе и дипольярофиле. Значения параметра ρ в уравнении Гаммета находятся в интервале от 0.3 до 1.3.

Такие экспериментальные данные свидетельствуют в пользу согласованного асинхронного механизма реакций циклоприсоединения окисей нитрилов через четырехцентровое циклическое ПС **1** и исключают ступенчатый механизм через образование высокозаряженных цвиттер-ионов **2**.



Согласованный механизм циклоприсоединения предполагает разрыв двух π -связей в исходных соединениях одновременно и формирование двух новых σ -связей C—a и O—b. Однако новые σ -связи образуются с различной скоростью и этим обусловлена некоторая асинхронность реакций циклоприсоединения окисей нитрилов, приводящая к небольшому разделению зарядов на атомах ПС. Строение ПС, величина и знаки зарядов зависят как от природы атомов a и b, так и от природы заместителей R в диполе и дипольярофиле. В свою очередь, скорость реакции и селективность присоединения зависят от энергетической выгодности образования ПС.

В последнее время при описании рассматриваемых реакций для оценки направления и относительной скорости присоединения используют квантовомеханические методы. Также удается объяснить влияние природы заместителей в исходных реагентах на ход процесса.^{2, 9–13}

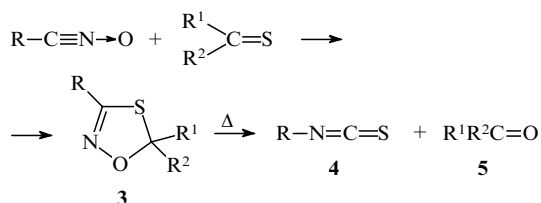
Недостаток экспериментальных данных не позволяет в настоящее время количественно оценить активность кратных связей с различными гетероатомами в реакции с окисями нитрилов. Чисто качественно по уменьшению активности эти связи можно расположить в следующий ряд: C=S, N=N, P^V=C > C=P^{III}, C=As (As=C), C=C, C=N, C=Se, B=N > C≡P, C≡C, Ge=S > P^V=N, C≡N > C=O. Атомы в каждой связи расположены в таком порядке, что первый присоединяется к кислородному, а второй — к углеродному концу нитрилоксидной группы C≡N→O.

Далее мы рассмотрим реакции окисей нитрилов с соединениями, содержащими все перечисленные связи (за исключением C=C и C≡C, которые подробно описаны в обзорах^{2–5}) в порядке уменьшения их активности.

III. Реакции присоединения окисей нитрилов по кратным связям

1. Присоединение по связи C=S

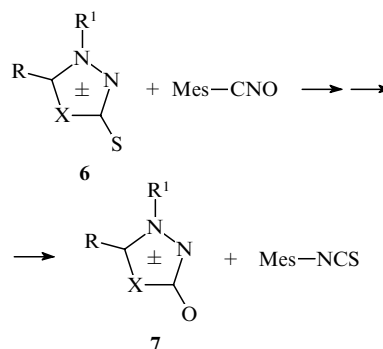
Связь C=S является самой активной кратной связью в рассматриваемом ряду. При комнатной температуре реакции присоединения окисей нитрилов по связям C=S проходят за время от нескольких минут до нескольких часов, при этом с высоким выходом образуются 3,5-дизамещенные 1,4,2-оксатиазолины **3**.^{1, 14–17}



Даже в случае стерически затрудненных ароматических окисей нитрилов реакция с дифенилтиокетоном при комнатной температуре заканчивается через 30 мин и приводит к циклопродукту **3** с 80%-ным выходом.¹⁸ В тех случаях, когда в молекуле дипольярофила помимо связи C=S содержатся и другие активные связи, например C=C (см.^{19, 20}) или C=N (см.^{21, 22}) циклоприсоединения окисей нитрилов идет прежде всего по связи C=S.

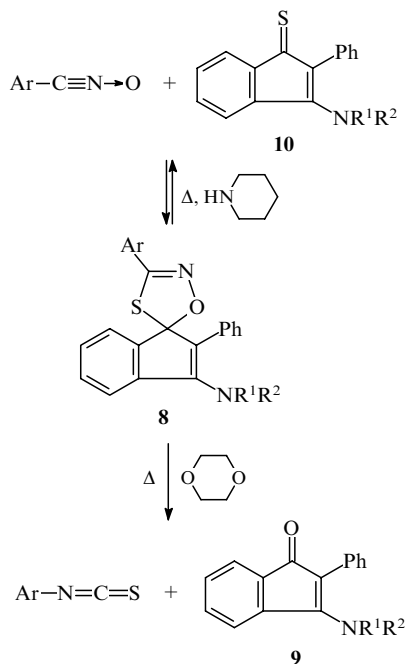
В большинстве случаев соединения **3** — это устойчивые кристаллические вещества. При нагревании до 100–180°C они расщепляются на изотиоцианаты **4** и соответствующие карбонильные соединения **5**.^{14, 23, 24} Без нагревания уже в момент реакции расщепляются оксатиазолы, содержащие в качестве заместителя R¹ (или R²) аминогруппу (NMe₂, NHR³)^{16, 23, 25, 26} или группу *p*-Me₂NC₆H₄ (см.⁷). Причем влияние таких заместителей на устойчивость гетероцикла передается даже через связь C=C.^{19, 22}

В некоторых случаях реакцию окисей нитрилов с тиокарбонильными соединениями используют для замены атома серы на кислород.^{22, 27, 28} Особенно удобен этот метод для получения циклических кетонов из более доступных тиокетонов.^{21, 28–32} Описан также способ перевода мезо-иона азолиумтиолата (**6**) в мезо-ион азолиумолата (**7**) с помощью реакции циклоприсоединения окиси мезитилнитрила.³³

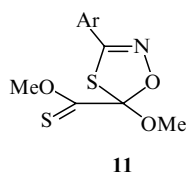


Представляет интерес тот факт, что в определенных условиях реакция циклоприсоединения может являться обратимым процессом. В работе²⁰ показано, что при нагревании оксатиазола **8** в диоксане, бензоле, ДМФА разложение идет с образованием карбонильного соединения **9**, в то время как термолиз этого соединения в пиперидине приводит к исходному тиокетону **10** (схема 1).

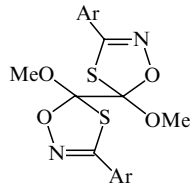
Схема 1



О,О-Диметилдитиооксалат образует устойчивые продукты циклоприсоединения одной (соединение **11**) или двух (соединение **12**) молекул окиси нитрила.³⁴ Соединение **12** существует в двух диастереомерных формах, которые удалось разделить. Аналогично реагирует с окисями нитрилов диметилтетратиооксалат, однако продукты присоединения в этом случае оказались неустойчивыми.³⁴



11

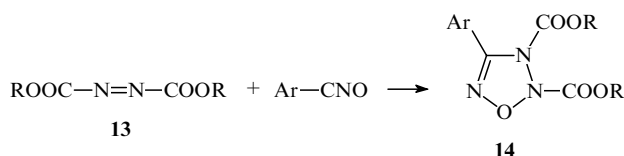


12

Проводились кинетические исследования реакции окисей нитрилов с 4,4'-дизамещенными дифенилтиокетонами.⁷ В работе¹¹ с позиций теории МО обсуждается региоселективность присоединения окиси бензонитрила к 2-адамантантону.

2. Присоединение по связи N=N

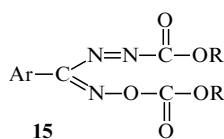
Окиси нитрилов легко реагируют с азодикарбоксилатами **13** (см.³⁵).



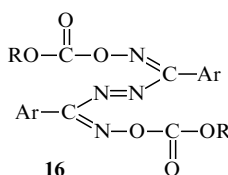
13

14

Процесс протекает настолько энергично, что для предотвращения образования побочных продуктов реакцию проводят при $-20 \div -15^\circ\text{C}$.^{36,37} Продукты циклоприсоединения — 1,2,3,5-оксатриазолины **14** — удалось выделить только для метиловых эфиров азодикарбоновой кислоты **13** ($R = \text{Me}$). При комнатной температуре в растворе они изомеризуются в линейные продукты **15**. Последние могут присоединить еще одну молекулу окиси нитрила по связи N=N, давая соединение **16**.



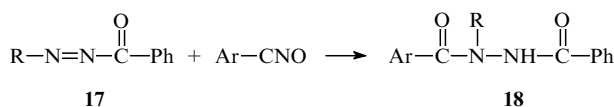
15



16

В случае этиловых эфиров **13** ($R = \text{Et}$) выделены только продукты изомеризации **15** и **16**, соотношение между которыми зависит от природы Ar. Полученные в результате данной реакции азосоединения **15** и **16** предлагалось использовать в производстве красителей.³⁸

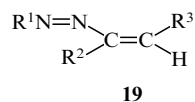
В реакциях окиси нитрилов с N-замещенными N-бензоилазосоединениями **17** выделен лишь линейный продукт **18**, механизм образования которого не установлен.³⁷



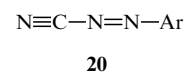
17

18

Несмотря на высокую активность связи N=N, циклоприсоединение окисей нитрилов к сопряженным азоолефинам **19** и азонитрилам **20** проходит региоселективно по связи C=C (см.³⁹) или $\text{C}\equiv\text{N}$.⁴⁰



19



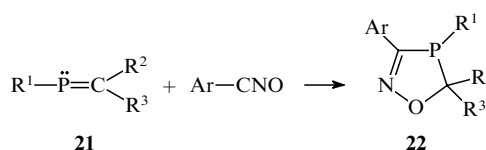
20

3. Присоединение по связи C=P

В этой группе диполярофилов следует различать соединения с трех- и пятивалентным атомами фосфора. Поведение их в реакциях с окисями нитрилов значительно различается.

а. Присоединение по связи C=P^{III}

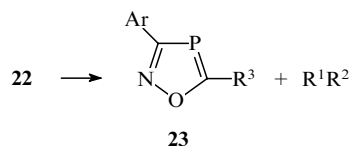
Известно, что соединения трехвалентного фосфора являются восстановителями окисей нитрилов до нитрилов.¹ Однако в тех случаях, когда активность фосфора в фосфаалкенах **21** понижена из-за стерических факторов, осуществляется циклоприсоединение окисей нитрилов по кратной связи и образуются 1,2,4-оксазафосфолины **22**.⁴¹⁻⁴⁵



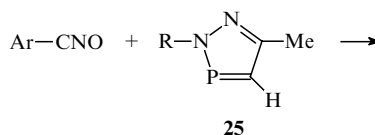
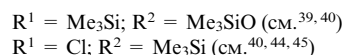
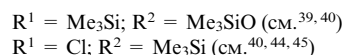
21

22

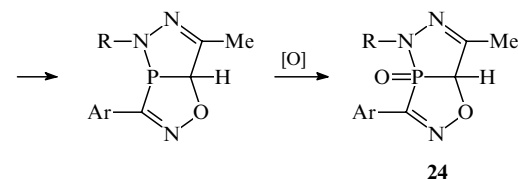
Соединения **22** в большинстве случаев неустойчивы. Они либо отщепляют молекулу R^1R^2 и переходят в 1,2,4-оксазафосфолы **23**, либо окисляются до соединений с пятивалентным фосфором **24**.¹³



23



25

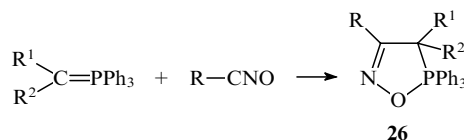


24

В работе¹³ показано, что селективность циклоприсоединения окисей нитрилов к соединениям **25** хорошо согласуется с квантовомеханическими расчетами.

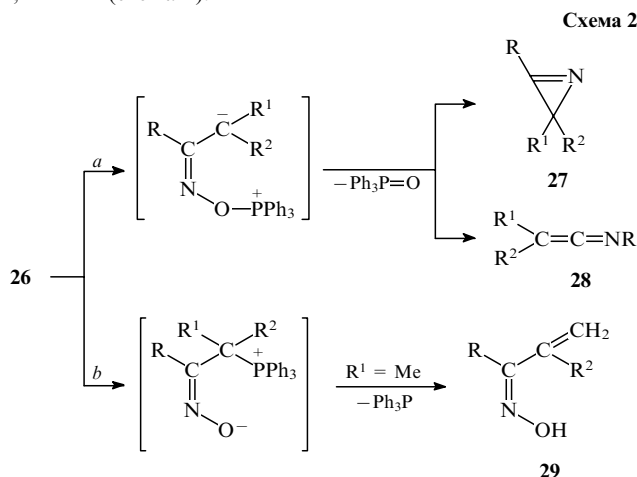
б. Присоединение по связи C=P^V

В случае фосфинометиленов циклоприсоединение окисей нитрилов идет с противоположной ориентацией атомов, с образованием связи P—O.⁴⁸⁻⁵²

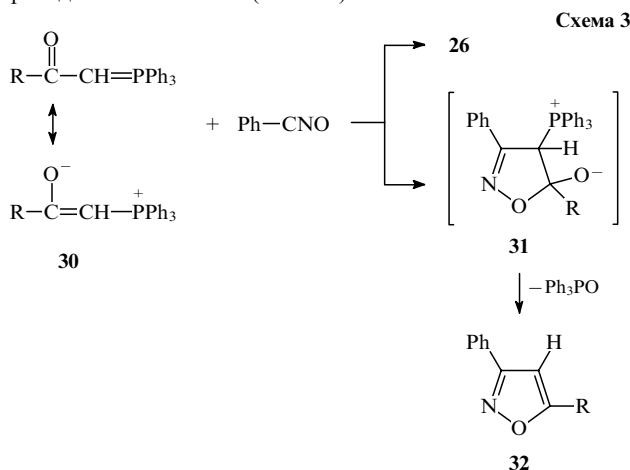


26

Образующиеся при этом 1,2,5-оксазофосфолины **26** являются неустойчивыми и в большинстве случаев самопроизвольно расщепляются. В литературе отмечается, что расщепление чаще всего начинается с разрыва связи C—P в гетероцикле (путь *a*) и приводит к замещенным азиринам **27** или кетениминам **28**.^{48, 50, 53–55} Однако имеются примеры расщепления связи P—O (путь *b*) с образованием соответствующих кетоксимов **29**.⁴⁹ Направление распада и соотношение конечных продуктов зависит от природы заместителей R, R¹ и R² (схема 2).



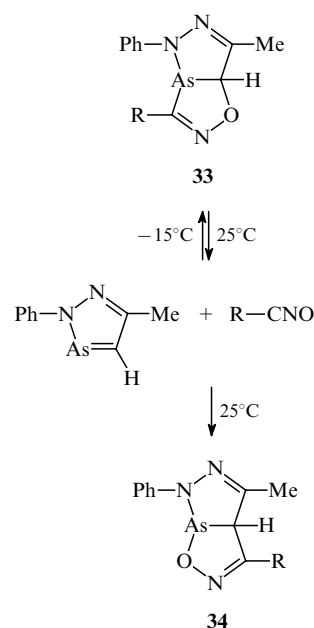
Циклоприсоединение оксидов нитрилов к кетофосфорным илидам **30** осуществляется как по связи C=P, так и по связи C=C. Во втором случае образуются неустойчивые циклоаддукты **31**, которые отщепляют трифенилфосфиноксид и переходят в оксазолы **32** (схема 3).^{51, 53}



4. Присоединение по связи C=As

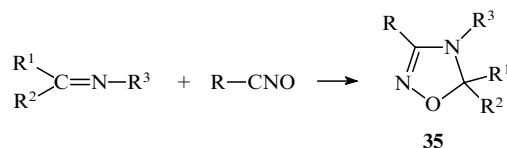
Циклоприсоединение оксидов нитрилов по связи C=As начали изучать сравнительно недавно, первая работа появилась в 1981 г.⁴⁴ До сих пор эта реакция является единственным примером, когда в зависимости от условий ее проведения получают либо продукт «прямой» (соединение **33** — образуется связь As—C), либо «обратной» (соединение **34** — образуется связь As—O) ориентации (схема 4).^{13, 44, 56}

Соединение **33** получается при пониженной температуре (–15°C). При комнатной температуре за 2 ч оно самопроизвольно переходит в изомер **34**. Причем доказано, что переориентация осуществляется с расщеплением оксазарсенолинового цикла **33** до исходных соединений. Авторы работы⁴⁴ считают, что соединение **33** образуется по кинетическому, а **34** — по термодинамическому механизмам.

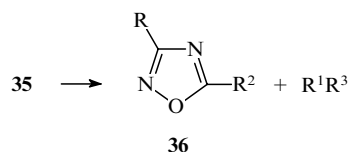


5. Присоединение по связи C=N

Среди реакций циклоприсоединения по кратным связям углерод–гетероатом наиболее широко изучены реакции с соединениями, содержащими связь C=N. Оксиды нитрилов довольно легко присоединяются по этой связи, образуя замещенные 1,2,4-оксадиазолины **35**.^{1, 57}

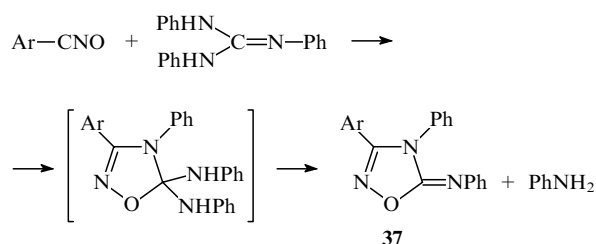


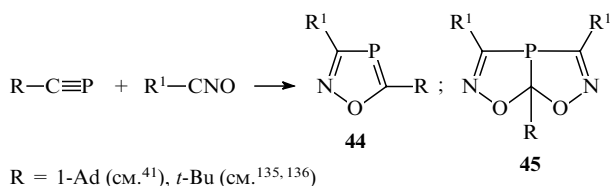
Соединения **35** в большинстве случаев устойчивы и легко могут быть выделены. Вместе с тем при некотором сочетании заместителей R¹ и R³ происходит самопроизвольное отщепление молекулы R¹R³ и образуются 1,2,4-оксадиазолы **36**.



R¹ = NH₂; R³ = H (см.^{58, 61})
 R¹ = OAlk; R³ = H (см.^{58, 59, 62–64})
 R¹ = H; R³ = OH (см.^{65–71})
 R¹ = CH₂C≡N; R³ = H (см.^{72, 73})
 R¹ = SMe; R³ = H (см.⁵⁸)

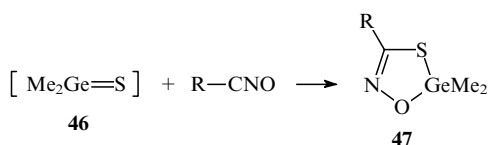
Несколько иначе протекает стабилизация продукта реакции оксидов нитрилов с N,N',N''-трифенилгуанидином. В этом случае отщепляется молекула анилина и образуется 1,2,4-оксадиазалин **37** с экзоциклической связью C=N.⁷⁴





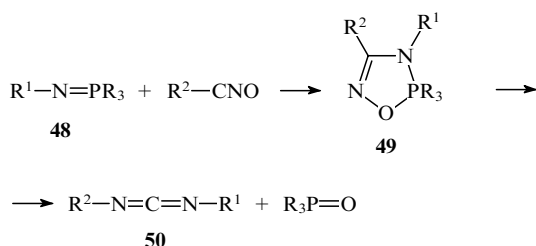
9. Присоединение по связи Ge=S

В работе¹³⁸ сообщалось, что реакция генерированного *in situ* диметилгерматина **46** и оксидов нитрилов приводит к циклопродуктам **47** — 2-герма-1,3,5-оксатиазолином — с выходом 70–80%. В качестве катализатора использовался триэтил-амин.

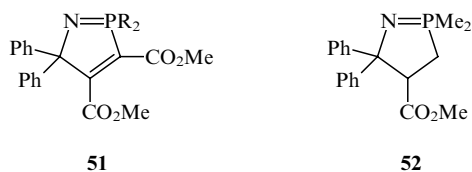


10. Присоединение по связи $N=P^V$

Окси нитрилов легко вступают в реакцию с иминофосфорами **48**. В результате циклоприсоединения, как и в случае фосфинометиленов, образуются продукты «обратной» ориентации — 1,2,4,5-оксадиазофосфины **49**.^{139–141} Образующиеся циклы, как правило, неустойчивы и в ходе реакции расщепляются до карбонимидов **50**.¹⁴⁰

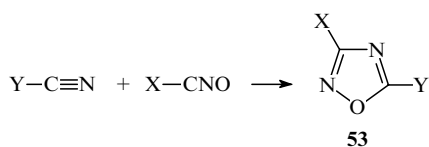


Выделить продукт типа **49** удастся только в тех случаях, когда группа $N=P^V$ входит в состав цикла (например, в азафосфоле **51**, азафосфолоне **52**)¹⁴¹ или имеет достаточно сильные электроноакцепторные заместители ($R^1 = ArSO_2$, $R = Cl$).¹⁴²



11. Присоединение по связи $C \equiv N$

Взаимодействие окисей нитрилов с нитрилами изучено достаточно широко. Во всех случаях продуктами данной реакции являются устойчивые 3,5-дизамещенные 1,2,4-окса-**53**.¹



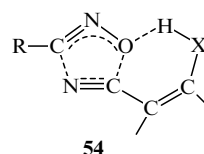
При изучении данной реакции использовались нитрилы, содержащие самые разнообразные заместители Y: Ar,^{6, 64, 65, 69, 89, 143–151} RC(O),^{66, 145, 151} C_nH_m,^{68, 145, 147, 152–156} C_nH_mHal_k,^{66, 144, 147, 151, 157–159} R₂C(C≡N),^{66, 151, 161–163} R₂C=CH,^{164–173} R₂C=C(C≡N),^{162, 172, 174, 175} RN=N,^{40, 66} R(NR₂¹)₂C=CH,^{9, 72, 73, 176} RN=CR¹ (см.¹⁷⁷), R_nE⁺ + N⁻ (где E = S, P, N),¹⁷⁹ R₂N–C(NH)–NH,^{97, 139, 180–182} ArO,^{183, 184} ArS,¹⁸⁵ ArSO₂,¹⁸⁶ (AlkO)₂P(O) и (AlkO)₂P(S),¹⁸⁷ (NO₂)₃C,¹⁸⁸ R₂N,¹⁷⁸ Het.^{66, 134, 136, 139–141, 151, 189–192}

Были проведены кинетические исследования рассматриваемой реакции.^{6, 138, 154} На основании результатов этих работ, а также других экспериментальных данных, можно однозначно определить влияние заместителей в реагентах на скорость циклоприсоединения. Оказалось, что активность нитрилов увеличивается при переходе от алифатических к ароматическим заместителям, а также при введении электроноакцепторных групп, и уменьшается при введении электронодонорных групп.^{66, 72, 150, 160, 190} Что касается окисей нитрилов, то и акцепторы и доноры электронов несколько повышают активность окисей бензонитрилов,^{72, 154, 187} но не влияют на реакционную способность окисей бензоилнитрилов $[X-C_6H_4-C(O)-CNO]$.¹⁶¹

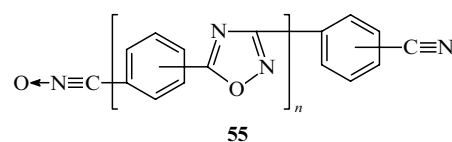
Значительно большее влияние на активность реагентов оказывают стерические факторы. В случае ароматических нитрилов^{148, 150} и оксидов нитрилов^{187, 189} она резко падает при введении заместителей в орто-положение. В ряде случаев такие оксиды нитрилов вообще не вступают в рассматриваемую реакцию.¹⁸⁹

Реакционная способность малоактивных нитрилов, а также выход продуктов циклоприсоединения могут быть значительно повышены при применении катализаторов (например, $\text{BF}_3 \cdot \text{Et}_2\text{O}$).^{137, 152, 163}

Несмотря на низкую реакционную способность связи $C\equiv N$ в реакциях с окисями нитрилов, циклоприсоединение диполя к ненасыщенным нитрилам в ряде случаев осуществляется исключительно или преимущественно по нитрильной группе.^{9, 40, 66, 72, 97, 162, 164, 171, 174–176, 182, 189, 191} В работах^{72, 150, 177, 191} такое повышение активности связи $C\equiv N$ объясняется стабилизацией переходного состояния **54** и конечного продукта за счет образования водородной связи $O\cdots N$.


$$X = \mathbb{N}R^1, 0$$

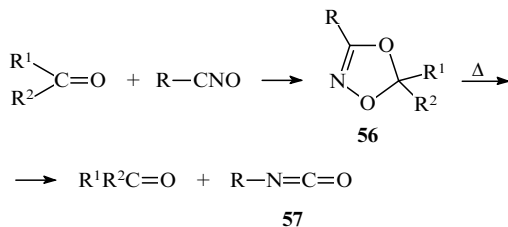
В других же случаях меньшая активность связи $C=C$ объясняется влиянием электронных или стерических факторов.^{9, 162}



Изучалась возможность использования рассматриваемой реакции для получения полимеров. Были получены сополимеры бисокисей нитрилов терефталевой и изофталевой кислот с биснитрилами этих кислот **41**,^{70, 193, 194} а также полимер **55**, образующийся из *n*-цианобензонитрилоксида.^{194, 195} Отмечалось, что эти вещества обладают повышенной стабильностью. Их распад начинается лишь при 400°C.

12. Присоединение по связи C=O

Реакция циклоприсоединения окисей нитрилов по связи C=O является малоизученной, несмотря на то, что первая публикация на эту тему появилась еще в 1961 г.¹⁹⁶ Во всех случаях, когда данное взаимодействие осуществляется, образуются устойчивые 1,4,2-диоксазолины **56**.¹



При нагревании выше 150°C происходит расщепление диоксазолинового цикла **56** с образованием исходного карбонильного соединения и соответствующего изоцианата **57**.^{57, 197, 198}

Изучено взаимодействие с окисями нитрилов таких соединений, содержащих группу C=O, как алифатические^{152, 199} и ароматические^{26, 133, 143, 196, 197, 200} альдегиды, кетоны,^{75, 87, 196, 201} винилкетоны,^{202, 203} амиды²⁰⁴ и хлорангидриды^{92, 169, 205} кислот, трихлоркарбонилизоцианат.²⁰⁶ Ряд работ посвящен изучению реакции циклоприсоединения по экзоциклическим связям C=O, приводящей к образованию соответствующих спиросоединений.^{91, 103, 129, 152, 199, 207–210}

Для реакций окисей нитрилов с карбонильными соединениями твердо установленным является лишь тот факт, что активность связи C=O значительно повышается при введении в α-положение к ней электроноакцепторных групп. Так, карбонильные соединения, не содержащие таких заместителей, могут взаимодействовать с окисями нитрилов только в присутствии катализаторов [BF₃·Et₂O (см.^{57, 145, 152, 204, 211}) или Et₃N (см.²⁰³)]. В то же время с альдегидами и кетонами, в которых имеются электроноакцепторные группы [CCl₃,^{196, 197, 206} CF₃,^{87, 200, 201} C(O)R, C(O)OR (см.^{196, 197})], реакция протекает без катализаторов в течение нескольких часов и выход циклоаддуктов составляет 50–90%. Повышенной реакционной способностью обладают также ароматические альдегиды.^{89, 145, 197, 200} Поведение ароматических кетонов в реакциях с окисями нитрилов не изучалось.

Достаточно подробно исследована реакция окисей нитрилов с хинонами. Показано, что орто-хиноны (о-бензохинон, о-нафтохинон, фенантренохинон, кризенохинон) являются активными дипольрофилами и легко присоединяют окиси нитрилов по связям C=O (одной или двум) или C=C в зависимости от природы заместителей и растворителя.^{92, 103, 210}

В отличие от орто-хинонов, активность пара-хинонов очень низкая. Например, выход продуктов циклоприсоединения окисей нитрилов к п-бензохинону не превышает 15%,^{70, 212–214} однако значительно увеличивается при использовании катализатора BF₃·Et₂O.^{145, 211}

Начиная с 1977 г. проводилось систематическое изучение реакции окисей нитрилов с замещенными п-бензохинонами.^{12, 198, 215–218} Была показана зависимость скорости и направления (по связям C=S или C=O) присоединения от количества и природы заместителей в хиноне. Экспериментальные данные объяснялись влиянием стерических и электронных факторов,^{215, 218} а также сопоставлялись с квантово-механическими расчетами.^{12, 217}

* * *

Из изложенного выше материала видно, что реакции циклоприсоединения окисей нитрилов могут успешно использоваться для построения пятичленных гетероциклических

структур. Причем последние могут быть как конечными, так и промежуточными продуктами в синтезе разнообразных циклических или ациклических соединений.

Мы надеемся, что данный обзор, а также опубликованный недавно обзор по реакциям окисей нитрилов с гетерокумуленовыми соединениями,²¹⁹ помогут расширить область использования этих доступных и достаточно устойчивых 1,3-диполей.

Литература

1. Gh.Grundmann, P.Grünanger. *The Nitrile Oxides*. Springer-Verlag, Berlin; New York, 1971
2. P.Caramella, P.Grünanger. In *1,3-Dipolar Cycloaddition Chemistry*. VCH Publ., New York, 1984. P.291
3. G.Bianchi, R.Gandolfi, P.Grünanger. In *The Chemistry of Triple-bonded Functional Groups*. Interscience, New York, 1983. P.737
4. K.B.G.Torsell. *Nitrile Oxides, Nitrones and Nitronates in Organic Synthesis*. VCH Publ., New York, 1988
5. S.Kanemasa, O.Tsuge. *Heterocycles*, **30**, 719 (1990)
6. A.Dondoni, G.Barbaro. *Gazz. Chim. Ital.*, **105**, 701 (1975)
7. A.Battaglia, A.Dondoni, G.Maccagnani, G.Mazzanti. *J. Chem. Soc. (B)*, 2096 (1971)
8. E.Cadoni, G.Gelli, P.Beltrame. *Gazz. Chim. Ital.*, **120**, 679 (1990)
9. G.Gelli, E.Cadoni, A.Deri, P.Beltrame. *J. Chem. Soc., Perkin Trans. 2*, 245 (1990)
10. K.N.Houk, J.Sins, C.R.Watts, L.J.Luskus. *J. Am. Chem. Soc.*, **95**, 7301 (1973)
11. T.Katada, S.Equchi, T.Sasaki. *J. Chem. Soc., Perkin Trans. 1*, 2641 (1984)
12. T.Hayakawa, K.Araki, S.Shiraishi. *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **57**, 1643 (1984)
13. L.Ko, Y.Y.C.Yeung, F.Tonnard, R.Carrié. *Tetrahedron*, **39**, 1507 (1983)
14. A.Dondoni. *J. Org. Chem.*, **37**, 3196 (1972)
15. E.Vedejs, R.G.Wilde. *J. Org. Chem.*, **51**, 117 (1986)
16. R.Huisgen, W.Mack. *Chem. Ber.*, **105**, 2815 (1972)
17. B.F.Bonini, G.Maccagnani, G.Mazzanti, C.Abdel-Lateef, A.Atwa, P.Zani, G.Barbaro. *Heterocycles*, **31**, 47 (1990)
18. A.Battaglia, A.Dondoni. *Synthesis*, 378 (1971)
19. Н.А.Корчевин, В.А.Усов, М.Г.Воронков, Н.М.Бородин. *Журн. орг. химии*, **22**, 1276 (1986)
20. Н.А.Корчевин, В.А.Усов, А.Ф.Токарева, М.Г.Воронков. *Химия гетероцикл. соединений*, 278 (1975)
21. M.Stavaux, N.Lozaç'h. *Bull. Soc. Chim. Fr.*, 4423 (1971)
22. K.Métayer, M.G.Duguay. *C. R. Acad. Sci.*, **273**, 1457 (1971)
23. K.Friedrich, M.Zamkane. *Chem. Ber.*, **112**, 1873 (1979)
24. V.R.Grashey, M.Weidner. *Chem.-Ztg.*, **97**, 623 (1973)
25. R.Huisgen, W.Mack, E.Anneser. *Angew. Chem.*, **73**, 656 (1961)
26. R.Huisgen. *Angew. Chem.*, **75**, 604 (1963)
27. S.Holm, J.A.Boerma, N.H.Nilsson, A.Senning. *Chem. Ber.*, **109**, 1069 (1976)
28. A.K.Baruah, D.Prajapati, J.S.Sandhu. *Tetrahedron*, **44**, 6137 (1988)
29. V.R.Grashey, G.Schroll, M.Weidner. *Chem.-Ztg.*, **100**, 496 (1976)
30. V.R.Grashey, M.Weidner, Ch.Knorn, H.Bauer. *Chem.-Ztg.*, **100**, 496 (1976)
31. F.Boberg, J.Knoop. *Liebigs Ann. Chem.*, **708**, 148 (1967)
32. D.Noël, J.Vialle. *Bull. Soc. Chim. Fr.*, 2239 (1967)
33. V.R.Grashey, M.Weidner, G.Schroll. *Chem.-Ztg.*, **100**, 497 (1976)
34. K.Hartke, T.Gillmann. *Chem.-Ztg.*, **110**, 338 (1986)
35. P.Rajagopalan. *Tetrahedron Lett.*, **15**, 887 (1964)
36. R.Huisgen, H.Blaschke, E.Brunn. *Tetrahedron Lett.*, 405 (1966)
37. H.Blaschke, E.Brunn, R.Huisgen, W.Mack. *Chem. Ber.*, **105**, 2841 (1972)
38. Пат. 4268674 США; *РЖХим.*, 1Н193П (1982)
39. Л.П.Васильева, Г.С.Акимов, В.Н.Чистоклетов, К.Н.Зеленин. *Журн. орг. химии*, **18**, 1853 (1982)
40. W.Ried, M.Fulde. *Helv. Chim. Acta*, **71**, 1681 (1988)
41. T.Alespach, M.Regitz, G.Becker, W.Becker. *Synthesis*, 31 (1986)
42. F.Zurmuehlen, W.Roesch, M.Regitz. *Z. Naturforsch. B, Chem. Sci.*, **40**, 1077 (1985)
43. G.Märkl, H.-J.Beckh. *Tetrahedron Lett.*, **28**, 3475 (1987)

44. R.Carrié, L.Ko, Y.Y.C.Yeung. *J. Chem. Soc., Chem. Commun.*, 1131 (1981)
45. L.Ko, Y.Y.C.Yeung, R.Carrié, A.Muench, G.Becker. *J. Chem. Soc., Chem. Commun.*, 1634 (1984)
46. L.Ko, Y.Y.C.Yeung, R.Carrié. *J. Chem. Soc., Chem. Commun.*, 1640 (1984)
47. G.Markl, I.Troetsch-Schaller, W.Hölzl. *Tetrahedron Lett.*, **29**, 785 (1988)
48. R.Huisgen, J.Wulff. *Tetrahedron Lett.*, 917 (1967)
49. H.J.Bestmann, R.Kunstmann. *Chem. Ber.*, **102**, 1816 (1969)
50. R.Huisgen, J.Wilff. *Chem. Ber.*, **102**, 1833 (1969)
51. М.И.Шевчук, С.Т.Шпак, А.В.Домбровский. *Журн. общ. химии*, **45**, 2609 (1975)
52. G.Gaudio, R.Mondelli, P.P.Ponti, C.Ticozzi, A.Umani-Ronchi. *J. Org. Chem.*, **33**, 4431 (1968)
53. G.L'Abbe, J.-M.Borsus, R.Ykman, G.Smets. *Chem. Ind. (London)*, 1491 (1971)
54. H.J.Bestmann, R.Kunstmann. *Angew. Chem.*, **78**, 1059 (1966)
55. H.J.Bestmann, Th.Denzel, R.Kunstmann. *Tetrahedron Lett.*, 2895 (1968)
56. G.Märkl, H.Seitz. *Tetrahedron Lett.*, **27**, 2957 (1986)
57. Ch.Grundmann. *Synthesis*, 344 (1970)
58. T.Sasaki, T.Yoshioka, Y.Suzuki. *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **42**, 3335 (1969)
59. M.Kurabayashi, C.Grundmann. *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **51**, 1484 (1978)
60. F.Eloy, R.Lenaers. *Helv. Chim. Acta*, **49**, 1430 (1966)
61. G.Musante. *Gazz. Chim. Ital.*, **68**, 331 (1938)
62. P.Rajagopalan. *Tetrahedron Lett.*, 311 (1969)
63. F.Eloy, R.Lenaers. *Bull. Soc. Chim. Belg.*, **72**, 719 (1963)
64. R.K.Howe, F.M.Schleppnik. *J. Heterocycl. Chem.*, **19**, 721 (1982)
65. W.M.Williams, W.R.Dolbier. *J. Org. Chem.*, **34**, 155 (1969)
66. K.Bast, M.Chistl, W.Mack. *Chem. Ber.*, **105**, 2825 (1972)
67. G.Just, K.Dahl. *Tetrahedron*, **24**, 5251 (1968)
68. M.Fetizon, M.Golfier, R.Milcent, I.Papadakis. *Tetrahedron*, **31**, 165 (1975)
69. T.Sasaki, T.Yoshioka, Y.Suzuki. *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **44**, 185 (1971)
70. S.-J.Hong. *Daehan Hwakak Hwojee*, **15**, 121 (1971)
71. T.Sasaki, Y.Suzuki, T.Yoshioka. *Yuki Gosei Kagaku Kyokaiishi*, **28**, 742 (1970)
72. A.Corsaro, U.Chiacchio, G.Purrello. *J. Chem. Soc., Perkin Trans. I*, 2154 (1977)
73. A.Corsaro, U.Chiacchio, A.Compagnini, G.Purrello. *J. Chem. Soc., Perkin Trans. I*, 1635 (1980)
74. C.Grundmann, R.Richter. *Tetrahedron Lett.*, 963 (1968)
75. Л.А.Симонян, Ю.В.Зейфман, Н.П.Гамбарян. *Изв. АН СССР. Сер. хим.*, 1916 (1968)
76. F.Lauria, V.Vecchiotti, G.Tosolini. *Gazz. Chim. Ital.*, **94**, 478 (1964)
77. F.M.Hershenson. *J. Heterocycl. Chem.*, **9**, 739 (1972)
78. G.Srimannarayana, R.M.Srivastava, B.C.Leallyn. *J. Heterocycl. Chem.*, **7**, 151 (1970)
79. M.Rai, K.Krishan, A.Singh. *Indian J. Chem.*, **15**, 848 (1977)
80. N.Singh, J.S.Sandhu, S.Mohan. *Tetrahedron Lett.*, 4453 (1968)
81. E.Rajanarendar, C.Rao, A.K.Murthy. *Indian J. Chem.*, **20**, 839 (1981)
82. Пат. 1170958 Германия; *Chem. Abs.*, **61**, 8317f (1965)
83. S.Morrocchi, A.Ricca, L.Velo. *Chim. Ind. (Milan)*, **49**, 168 (1967)
84. R.M.Srivastava, L.B.Clapp. *J. Heterocycl. Chem.*, **5**, 61 (1968)
85. L.Fabbrini, F.De Sarlo. *Chim. Ind. (Milan)*, **45**, 242 (1963)
86. A.K.Baruah, D.Prajapati, J.S.Sandhu. *Tetrahedron*, **44**, 1241 (1988)
87. В.А.Солошовок, В.П.Кухарь. *Журн. орг. химии*, **26**, 419 (1990)
88. L.M.A.Santiago, R.Perez-Ossorio, J.Plumet. *An. Quim., Ser. C*, **77**, 71 (1981)
89. G.A.Lee. *Synthesis*, 508 (1982)
90. В.И.Келарев, Г.А.Швехгеймер. *Химия гетероцикл. соединений*, 147 (1986)
91. T.Yoshioka, K.Yamamoto, Y.Shimauchi, Y.Fukagawa, T.Ishikure. *J. Chem. Soc., Chem. Commun.*, 1513 (1984)
92. W.J.Awad, M.Sobhy. *Can. J. Chem.*, **47**, 1473 (1969)
93. H.G.Aurich, K.Stork. *Chem. Ber.*, **108**, 2764 (1975)
94. S.Morrocchi, A.Ricca. *Chim. Ind. (Milan)*, **47**, 629 (1967)
95. P.Caramella, E.Cerede. *Synthesis*, 433 (1971)
96. J.-P.Gibert, R.Jacquier, C.Petrus. *Bull. Soc. Chim. Fr.*, **2**, 281 (1979)
97. G.Rembarz, E.Fischer, F.Tittelbach. *J. Prakt. Chem.*, **313**, 1065 (1971)
98. M.M.El-Abadelah, A.Q.Hussein, A.M.Awadallah. *Heterocycles*, **29**, 1957 (1989)
99. В.Г.Андрянов, Е.Н.Рожков, А.В.Еремеев. *Химия гетероцикл. соединений*, 262 (1991)
100. В.Г.Андрянов, Е.Н.Рожков, А.В.Еремеев. *Журн. орг. химии*, **25**, 2028 (1989)
101. F.Risitano, G.Grassi, F.Foti. *J. Chem. Res. (S)*, 65 (1981)
102. J.Streith, G.Wolff, H.Fritz. *Tetrahedron*, **33**, 1349 (1977)
103. W.J.Awad, S.M.Abdel, R.Omran, M.Sobhy. *J. Org. Chem.*, **31**, 331 (1966)
104. A.Franke. *Liebigs Ann. Chem.*, 717 (1978)
105. J.-P.Gibert, C.Petrus, F.Petrus. *J. Heterocycl. Chem.*, **16**, 311 (1979)
106. J.-P.Gibert, R.Jacquier, C.Petrus, F.Petrus. *Tetrahedron Lett.*, 755 (1974)
107. V.Nair. *Tetrahedron Lett.*, 4831 (1971)
108. A.-B.N.Luheski, R.K.Smalley, P.D.Dennewell, R.Westwood. *Tetrahedron Lett.*, **31**, 123 (1990)
109. Ch.W.Rees, R.Somanathan, R.C.Storz, A.D.Woolhouse. *J. Chem. Soc., Chem. Commun.*, 740 (1975)
110. K.-H.Magosch, R.Feinauer. *Angew. Chem.*, **83**, 882 (1971)
111. P.Caramella, G.Cellerino, A.C.Coda, A.G.Invernizzi. *J. Org. Chem.*, **41**, 3349 (1976)
112. P.Caramella, P.Frattini, P.Grünanger. *Tetrahedron Lett.*, 3817 (1971)
113. P.Caramella, G.Cellerino, P.Grünanger, F.V.Albini, M.R.Re Cellerino. *Tetrahedron*, **34**, 3545 (1978)
114. C.Parini, S.Colombi, A.Ius, R.Longhi, G.Vecchio. *Gazz. Chim. Ital.*, **107**, 559 (1977)
115. G.Bailo, P.Caramella, G.Cellerino, A.G.Nivernizzi, P.Grünanger. *Gazz. Chim. Ital.*, **103**, 47 (1973)
116. G.F.Bettinetti, A.Gamba. *Gazz. Chim. Ital.*, **100**, 1144 (1970)
117. G.-A.Hoyer, G.Boroschewski. *Arch. Pharm. (Weinheim, Ger.)*, **310**, 255 (1977)
118. G.Bianchi, C.De Micheli, R.Gandolfi. *J. Chem. Soc., Perkin Trans. I*, 1711 (1972)
119. G.Stájer, A.E.Szabó, G.Bernáth. *Tetrahedron*, **43**, 1931 (1987)
120. E.Coutouli-Argyropoulou, E.Malamidou-Xenikaki, D.Mentzafos, A.Terzis. *J. Heterocycl. Chem.*, **27**, 1185 (1990)
121. F.M.Albini, R.De Franco, T.Bandiera, P.Grünanger, P.Caramella. *Gazz. Chim. Ital.*, **120**, 1 (1990)
122. P.Sohár, G.Stájer, G.Bernáth. *Magn. Reson. Chem.*, **25**, 635 (1987)
123. H.Bartsch, T.Erker. *Heterocycles*, **27**, 1461 (1988)
124. G.Stajer, A.E.Szabo, G.Bernath, P.Sohar. *Magy. Kem. Foly.*, **94**, 491 (1988)
125. A.Corsaro, G.Perrini, P.Caramella, F.M.Albini, T.Bandiera. *Tetrahedron Lett.*, **27**, 1517 (1986)
126. P.Caramella, T.Bandiera, F.M.Albini, A.Gamba, A.Corsaro, G.Perrini. *Tetrahedron*, **44**, 4917 (1988)
127. F.M.Albini, R.D.Franco, T.Bandiera, P.Caramella, A.Corsaro, G.Perrini. *J. Heterocycl. Chem.*, **26**, 757 (1989)
128. P.Caramella, V.Bertolasi, S.Forte, R.De-Franco, B.Bandiera, F.M.Albini. *J. Chem. Res. (S)*, 308 (1989)
129. N.G.Argyropoulos, E.Corbili, A.Terzic, D.Mentzafos. *J. Heterocycl. Chem.*, **27**, 1425 (1990)
130. T.Sasaki, S.Eguchi, N.Toi. *J. Org. Chem.*, **44**, 3711 (1979)
131. M.C.Abersa, P.Bondccorsi, P.Giannetto, D.A.Leigh. *J. Heterocycl. Chem.*, **26**, 1619 (1989)
132. P.T.Meinke, G.A.Krafft. *Tetrahedron Lett.*, **28**, 5121 (1987)
133. P.I.Paetzold. *Angew. Chem.*, **79**, 583 (1967)
134. P.I.Paetzold, G.Stohr. *Chem. Ber.*, **101**, 2874 (1968)
135. W.Roesch, M.Regitz. *Angew. Chem.*, **96**, 898 (1984)
136. W.Rösch, M.Regitz. *Synthesis*, 689 (1987)
137. E.P.O.Fuchs, M.Hermesdorf, W.Schnurr, W.Rösch, H.Heydt, M.Regitz, P.Binger. *J. Organomet. Chem.*, **338**, 329 (1988)
138. H.Lavayssiere, J.Satge, J.Barrau, M.Traore. *J. Organomet. Chem.*, **240**, 335 (1982)
139. R.Huisgen, J.Wulff. *Tetrahedron Lett.*, 921 (1967)
140. R.Huisgen, J.Wulff. *Chem. Ber.*, **102**, 1848 (1969)
141. A.Schmidpeter, Th.Criegern. *Chem. Ber.*, **112**, 3472 (1979)
142. V.N.Fetyukhin, V.E.Shkarin, A.M.Pinchuk. *Synlett.*, in press
143. T.Shimizu, J.Hayashi, K.Teremura. *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **58**, 2519 (1985)

144. F.Eloy. *Bull. Soc. Chim. Belg.*, **73**, 793 (1964)
145. T.Sasaki, T.Yoshioka. *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **41**, 2206 (1968)
146. R.Huisgen. *Angew. Chem.*, **75**, 742 (1963)
147. R.Lenaers, F.Eloy. *Helv. Chim. Acta*, **46**, 1067 (1963)
148. C.Laandri, M.Pallotti. *Ann. Chim. (Rome)*, **47**, 376 (1957)
149. G.Leandri. *Boll. Sei. Fac. Chim. Ind. Bologna*, **14**, 80 (1956)
150. A.Corsare, U.Chiacchio, P.Caramella, G.Purrello. *J. Heterocycl. Chem.*, **21**, 949 (1984)
151. R.Huisgen, W.Mack, E.Anneser. *Tetrahedron Lett.*, 587 (1961)
152. S.Morrocchi, A.Ricca, L.Velo. *Tetrahedron Lett.*, 331 (1967)
153. G.Bianchi, C.D.Micheli, R.Gandolfi, P.Grünanger, P.V.Finzi, O.V.De Pava. *J. Chem. Soc., Perkin Trans. 2*, 1148 (1973)
154. P.Beltrame, G.Gelli, A.Loi. *J. Heterocycl. Chem.*, **20**, 1609 (1983)
155. P.Beltrame, A.Dondoni, G.Barbaro, G.Gelli, A.Loi, S.Steffe. *J. Chem. Soc., Perkin Trans. 2*, 607 (1978)
156. G.Bianchi, C.De Micheli, A.Gamba, R.Gandolfi. *J. Chem. Soc., Perkin Trans. 1*, 137 (1974)
157. Д.П.Дельцова, Э.С.Ананян, Н.П.Гамбарян. *Изв. АН СССР. Сер. хим.*, 362 (1971)
158. В.Ю.Румянцев, Г.А.Швехгеймер. В кн. *Тез. докл. V Всесоюз. конф. по химии азотсодержащих гетероциклических соединений, Черногоровка*, 1991. С.157
159. Н.Г.Попандопуло, О.С.Карцева. В кн. *Тез. докл. V Всесоюз. конф. по химии азотсодержащих гетероциклических соединений, Черногоровка*, 1991. С.158
160. Н.В.Васильев, А.Ф.Коломиец, Г.А.Сокольский. *Журн. орг. химии*, **16**, 2233 (1980)
161. J.J.Tegeller, C.J.Diamond. *J. Heterocycl. Chem.*, **24**, 697 (1987)
162. P.S.Lianis, N.A.Rodios, N.E.Alexandrou. *J. Heterocycl. Chem.*, **26**, 1683 (1989)
163. R.Neidlein, Z.Sui. *Helv. Chim. Acta*, **74**, 501 (1991)
164. T.Sasaki, S.Eguchi, T.Esaki, T.Suzuki. *Tetrahedron*, **35**, 1073 (1979)
165. A.K.Varuah, D.Parajapati, J.S.Sandhu. *Heterocycles*, **27**, 1127 (1988)
166. H.Dahn, B.Favre, J.-P.Leresche. *Helv. Chim. Acta*, **56**, 457 (1973)
167. T.Sasaki, T.Yoshioka. *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **41**, 2212 (1968)
168. G.S.D'Alcontres, P.Grünanger. *Gazz. Chim. Ital.*, **80**, 741 (1950)
169. Y.Otsuji, Y.Tsujii, A.Yoshido, E.Imoto. *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **44**, 223 (1971)
170. B.H.Kim. *Synth. Commun.*, **17**, 1199 (1978)
171. C.Antonino, C.Ugo, P.Giancarlo, C.Pierluigi, P.Giavanni. *J. Chem. Res. (S)*, 402 (1984)
172. P.S.Lianis, N.A.Rodios, N.E.Alexandrou. *J. Heterocycl. Chem.*, **25**, 1099 (1988)
173. J.J.Tegeler, C.J.Diamond. *J. Heterocycl. Chem.*, **24**, 701 (1987)
174. J.E.Franz, R.K.Hows, H.K.Pearl. *J. Org. Chem.*, **41**, 620 (1976)
175. K.Gewald, U.Hain. *Z. Chem.*, **26**, 434 (1986)
176. A.Corsaro, U.Chiacchio, G.Perrini, P.Caramella, G.Purrello. *J. Heterocycl. Chem.*, **22**, 797 (1985)
177. T.O.Stevens. *J. Org. Chem.*, **33**, 2660 (1968)
178. V.W.Ried, M.Fulde. *Chem.-Ztg.*, **113**, 315 (1989)
179. В.А.Огурцов, О.А.Ракитин, Н.В.Обручникова, Л.Ф.Чертанова, А.А.Газикашева, Л.И.Хмельницкий. *Изв. АН СССР. Сер. хим.*, 2084 (1990)
180. G.Rembarz, H.Brandner, E.-M.Bebenzoth. *J. Prakt. Chem.*, **31**, 221 (1978)
181. T.Sasaki, T.Yoshioka. *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **40**, 2608 (1967)
182. J.Plenkiewicz, Z.Eckstein. *Bull. Acad. Pol. Sci., Ser. Sci. Chem.*, **15**, 99 (1967)
183. D.Martin, A.Weise. *Chem. Ber.*, **99**, 317 (1966)
184. D.Martin. H.-J.Herrmann, S.Rackow, K.Nadolski. *Angew. Chem.*, **77**, 96 (1965)
185. R.M.Paton, D.G.Hamilton. *Tetrahedron Lett.*, **24**, 5141 (1983)
186. A.M.V.Leusen, J.C.Jagt. *Tetrahedron Lett.*, 971 (1970)
187. S.K.Das, S.N.Balasubrahmanyam. *J. Org. Chem.*, **48**, 4232 (1983)
188. Т.Д.Ладыжникова, К.В.Алтухов, Н.А.Соловьев. *Журн. орг. химии*, **22**, 2618 (1986)
189. M.S.Chang, J.U.Lowe. *J. Org. Chem.*, **32**, 1577 (1967)
190. Г.А.Швехгеймер, В.И.Келарев, Л.А.Дянкова. *Химия гетероцикл. соединений*, 1609 (1984)
191. G.Ferrara, A.J.C.Parini, G.Sportoletti, G.Wicchio. *Tetrahedron*, **28**, 2461 (1972)
192. A.Corsaro, G.Perrini, G.Puglisi, G.Purrello. *J. Chem. Res. (S)*, 246 (1989)
193. C.G.Overberger, S.Fujimoto. *J. Polym. Sci. Pt B*, **3**, 735 (1965)
194. D.A.Klein, R.A.Fouty. *Macromolecules*, **1**, 318 (1968)
195. M.Akiyama, Y.Iwakura, S.Shiraishi, Y.Imai. *J. Polym. Sci. Pt B*, **4**, 305 (1966)
196. R.Huisgen, W.Mack. *Tetrahedron Lett.*, 583 (1961)
197. R.Huisgen, W.Mack. *Chem. Ber.*, **105**, 2805 (1972)
198. S.Shiraishi, S.Ikeuchi, M.Seno, T.Asahara. *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **50**, 910 (1977)
199. В.Г.Андрюханов, А.В.Еремеев. *Химия гетероцикл. соединений*, 1426 (1989)
200. N.A.Genco, R.A.Partis, H.Alper. *J. Org. Chem.*, **38**, 4365 (1973)
201. D.R.Brittelli, G.A.Boswell. *J. Org. Chem.*, **46**, 316 (1981)
202. G.L'ablé, G.Mathys. *J. Org. Chem.*, **39**, 1221 (1974)
203. E.Coutouli-Argyropoulou, E.Thessalonikeos. *J. Heterocycl. Chem.*, **28**, 429 (1991)
204. S.Morrocchi, A.Ricca, A.Zanarotti. *Chim. Ind. (Milan)*, **50**, 352 (1968)
205. T.Shimizu, Y.Hayashi, H.Shibafuchi, K.Teremura. *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **59**, 2827 (1986)
206. В.Н.Фетюхин, А.А.Есипенко, Л.И.Самарай. *Журн. орг. химии*, **21**, 910 (1985)
207. N.G.Argyropoulos, N.E.Alexandrou, D.N.Nicolaides. *Tetrahedron Lett.*, 83 (1976)
208. C.De Micheli, R.Gandolfi, P.Grünanger. *Tetrahedron*, **30**, 3765 (1974)
209. H.Matsukubo, H.Kato. *J. Chem. Soc., Chem. Commun.*, 412 (1974)
210. S.Morrocchi, A.Ricca, A.Selva, A.Zanarotti. *Gazz. Chim. Ital.*, **99**, 565 (1969)
211. S.Morrocchi, A.Quilico, A.Ricca, A.Selva. *Gazz. Chim. Ital.*, **98**, 891 (1968)
212. A.Quilico, G.S.D'Alcontres. *Gazz. Chim. Ital.*, **80**, 140 (1950)
213. E.Pinter, M.Müller, R.Ott. *Sci. Pharm.*, **54**, 244 (1986)
214. Е.А.Титов, В.И.Приходько. В кн. *Вопросы химии и хим. технологии. Вып. 28. (Респ. межвед. сб.)*. Киев, Наукова думка, 1973. С.6
215. S.Shiraishi, S.Ikeuchi, M.Seno, T.Asahara. *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **51**, 921 (1978)
216. S.Shiraishi, B.S.Holla, K.Jmamura. *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **56**, 3457 (1983)
217. Т.Найакawa, К.Араки, S.Shiraishi. *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **57**, 2216 (1984)
218. S.Shiraishi, S.Ikeuchi, M.Seno. *Nippon Kagaku Kaishi*, 1127 (1978)
219. А.А.Есипенко, В.Н.Фетюхин, Л.И.Самарай. *Укр. хим. журн.*, 630 (1993)

CYCLOADDITION OF NITRILE OXIDES TO MULTIPLE BONDS CONTAINING HETEROATOMS

A.A.Esipenko, L.I.Samarai

*Institute of Organic Chemistry of the Academy of Sciences of the Ukraine
5, Murmanskaya Ul., 252660 Kiev, Ukraine, Fax +7(044)552-8308*

Literature data about cycloadditions of nitrile oxides to multiple bonds containing heteroatoms are collected and systematized in this review. Main the low-governed nature of such processes are showed. Bibliography — 219 references.

Received 1st October 1993