

УСПЕХИ ХИМИИ

ВЫПУСК 5

МАЙ — 1990

ТОМ 59

МОСКВА
«НАУКА»

ЖУРНАЛ ОСНОВАН В ЯНВАРЕ 1932 ГОДА

ВЫХОДИТ 12 РАЗ В ГОД

УДК 547.717

© 1990 г.

НОВОЕ В ХИМИИ ТИИРАНОВ

Фокин А. В., Аллахвердиев М. А., Коломиец А. Ф.

Обобщены опубликованные за последние 10 лет сведения о методах синтеза тиранов, их реакциях с нуклеофильными и электрофильными реагентами, а также о десульфуризации, гомолитических превращениях и поведении в реакциях циклоприсоединения.

Библиография — 285 ссылок.

ОГЛАВЛЕНИЕ

I. Введение	705
II. Методы синтеза	706
III. Реакционная способность	716

I. ВВЕДЕНИЕ

Сведения о тиранах и их производных, опубликованные по 1976 г. включительно, рассмотрены в монографии (1). Некоторые новые пути синтеза тиранов обсуждены в обзоре [2]. Работа [3] посвящена новому типу тиранов — тираниминам. Часть появившихся после 1976 г. работ вошла в ежегодные публикации о трехчленных гетероциклах [4—8] и в обзорные работы [9—12]. Эти сведения достаточно полно отражают состояние химии тиранов к концу 70-х гг., однако не позволяют составить представления о путях и тенденциях ее развития в текущем десятилетии.

В настоящем обзоре рассмотрены основные достижения в области синтеза и изучения свойств тиранов и их производных, опубликованные за последние 10 лет. Ограниченный объем не позволил включить в обзор сведения о теоретических, физико-химических исследованиях рассматриваемых веществ и путях их применения.

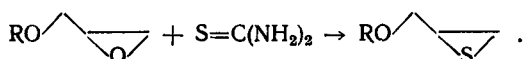
Характерной особенностью последних исследований в области тиранов является их все возрастающая прикладная направленность с расширением областей использования. Так, в последние годы показана возможность создания на основе этих соединений разнообразных биологически активных веществ, например, адреноблокаторов [13], иммуномодуляторов [14], антисептиков [15], антигипертензивных [16], гипогликемических средств [17] и т. д. Разработаны новые пути технического применения тиранов: для создания жидких кристаллов [18], фоторезистов [19], компонентов лакокрасочных покрытий [20, 21], антиоксидантов [22, 23], термостабильных изолирующих материалов [24], жаростойких полимеров [25], полупроводников [26], эластомеров [27] и др.

II. МЕТОДЫ СИНТЕЗА

Классические методы синтеза тиранов [1] явились основой для большинства новых синтетических исследований в этой области. За прошедший период расширены представления о влиянии условий на образование и выход тиранов в классических реакциях, значительно расширены границы их использования и круг предшественников эпитиосоединений. Большое влияние на новые синтезы тиранов оказали разработанные ранее представления о механизмах формирования тирановых циклов [1]. Их проверка на новых объектах позволила выявить новые эффективные тиолирующие агенты, а в ряде случаев разработать новые нетрадиционные подходы к синтезам тиранов.

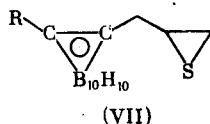
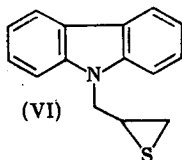
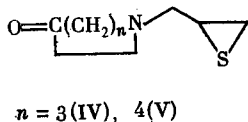
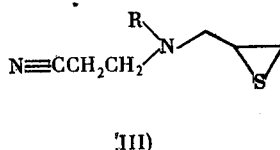
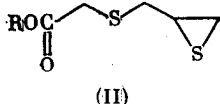
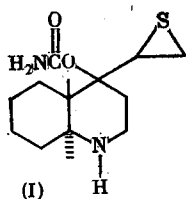
1. Превращения оксиранов в тираны

Реакции оксиранов с тиомочевинной использовались для получения большого числа новых, в том числе и недоступных ранее эпитиосоединений. В работах [28–34] с помощью тиомочевинны получены замещенные эпитиоглицидиловые эфиры, содержащие полихлоралкильные [28, 29], 2-алкоксиэтильные [30], фурфурильные [31], органосилилалкильные, алкенильные и алкинильные [32, 33], *трет*-бутильную [34] группы.

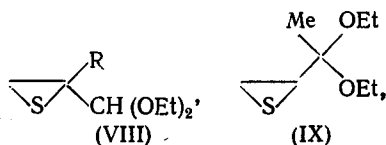


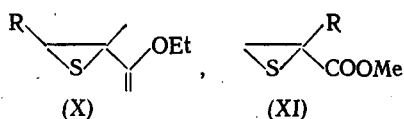
В ряде случаев успешно используется кислотный катализ [31, 34]. Подбор растворителя, катализатора и условий реакции позволяет создать простые способы получения разнообразных эпитиоглицидиловых эфиров [21, 28–34].

Взаимодействием тиомочевинны с оксиранами получены многие другие соединения, содержащие тирановый цикл: амид (I) [35], тиогликолевые эфиры (II) [36], цианэтилированные амины (III) [37], пирролидон (IV) и пиперидон (V) [38], карбазол (VI) [39], *о*-карбораны (VII) [40].

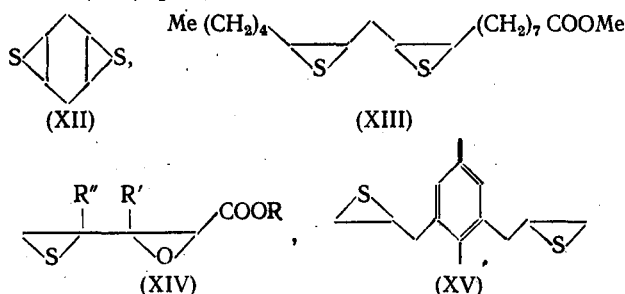


Наличие электроноакцепторных заместителей у оксиранового цикла затрудняет их реакции с тиомочевинной. Диэтилацетали (VIII) получены из соответствующих оксиранов лишь при нагревании в метаноле [41, 42]. Аналогично получен диэтилкеталь ацетилтирана (IX) [43]. Кетали 2-*R*-2-ацетилтиранов в этих условиях полимеризуются, а 2-*R*-2-(1-этоксивинил)тираны (X) образуются с препаративным выходом [43]. Реакции стерически затрудненных глицидатов с тиомочевинной в метаноле катализируются H_2SO_4 , что позволило с хорошим выходом получить труднодоступные ранее тиоглицидаты (XI).

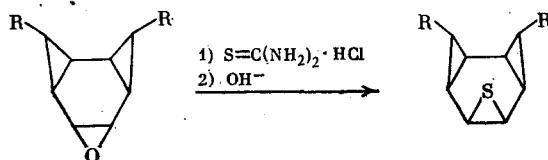




Реакцией тиомочевинны с диэпоксидами получены диэпителиосоединения. В присутствии H_2SO_4 *цис*- и *транс*-циклогексадиен-1,4-диэпоксиды превращены в соответствующие диэпителиосоединения (XII) [44]. В водном диоксане синтезированы стереомеры метиловых эфиров 9,10,12,13-диэпителиооктадекановой кислоты (XIII) [45]. Стерически затрудненные эфиры 3- и 3,4-замещенных 2,3,4,5-диэпоксивалериановых кислот в метаноле (40°C , 5–6 ч) селективно превращены в 3,4-эпителиопроизводные (XIV) [46]. В мягких условиях получен 2,5-ди(2,3-эпителиопропил)-1,4-диметилбензол (XV) [47].



Для тиолирования оксиранов иногда используют соли тиомочевинны. Так, реакцией 3,4-эпоксиэтиолан-1,1-диоксида с солью тиомочевинны получен 3,4-эпителиотиолан-1,1-диоксид [48]. Аналогично получают *цис*-тиатрис- σ -гомобензолы [49].

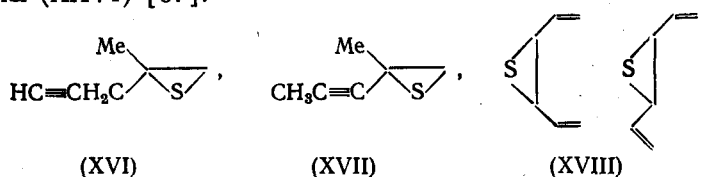


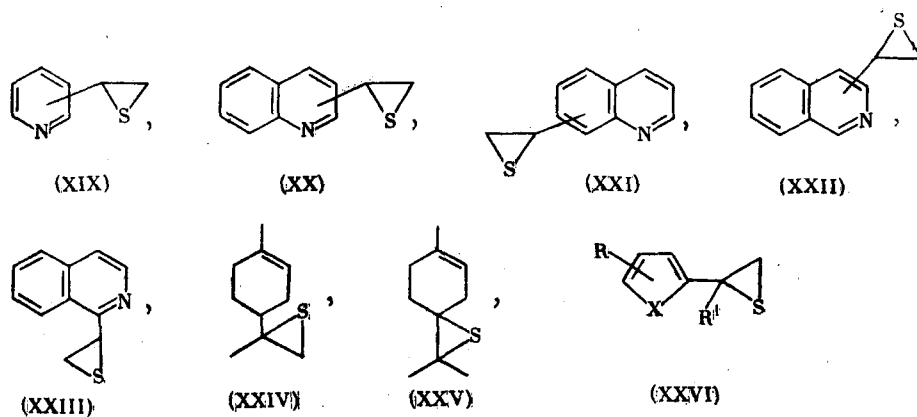
Менее изучены новые аспекты тиолирования оксиранов тиоцианатами металлов. Применение тиоцианата калия в толуоле в присутствии силикагеля позволило получить замещенные тираны с выходом 70–90% [50].



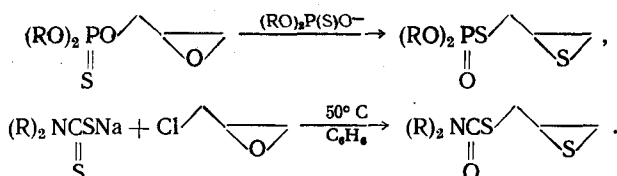
При попытке повышения скорости тиолирования оксиранов тиоцианатами с помощью катализаторов межфазного переноса выход тиранов заметно снижается [51].

В условиях, обычных для реакций оксиранов с KSCN, получены некоторые новые эпителиосоединения. В водном спирте с выходом до 70% образуются тираны с алкинильными заместителями (XVI) и (XVII) [52], *цис*- и *транс*-дивинилтираны (XVIII) [53], а с выходом до 50% — пиридил-, хинолил- и изохинолилтираны (XIX)–(XXIII) [54]. В безводном спирте получены эписульфиды лимонена (XXIV) и терпинолена (XXV) [55], а в воде — смесь *цис*- и *транс*-дидейтеротиранов [56]. В присутствии небольших количеств воды синтезированы фурил- и тиенилтираны (XXVI) [57].

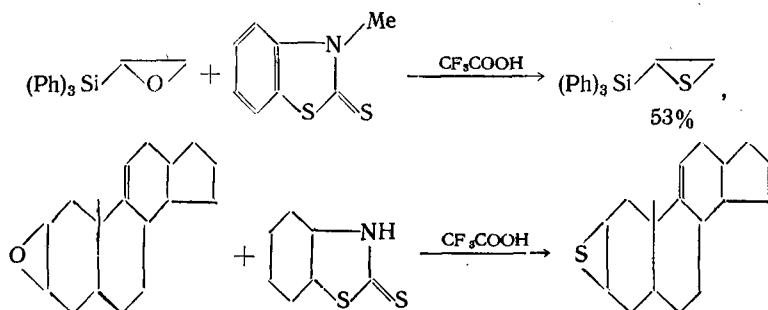




В качестве тиолирующих агентов для превращения оксиранов в тираны изучены тионовые соединения. Трифенилфосфинсульфид с эквимольным количеством CF_3COOH использовали для получения 3,4-эпителиолан-1,1-диоксида [58]. 10 β -Эпителиостероиды получены из эпостероидов и трифенилфосфинсульфида в присутствии пикриновой кислоты [59]. Этилен- и пропиленсульфиды образуются при взаимодействии соответствующих оксиранов с моноэфирами алкилтиофосфоновых кислот [60]. Аналогичная реакция имеет место при нагревании глицидтиофосфатов с солями диалкилтиофосфорных кислот [61]. Подобными свойствами обладают и соли дитиокарбаминных кислот [62].

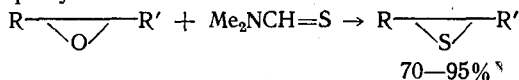


Взаимодействие трифенилсилилоксирана с эквимольным количеством 3-метилбензтиазол-2-тиона и CF_3COOH получен первый представитель силилтиранов [63]. В тех же условиях эпоксисоединения превращаются в тираны под действием пергидробензтиазол-2-тиона [64].



Триазолин-, имидазолин-, бензимидазолин- и оксадиазолинтионы тиолируют оксираны и в отсутствие CF_3COOH , о чем свидетельствует образование 1-гетерил-2,3-эпителипропанов при взаимодействии азолтионов с эпихлоргидрином [65, 66]. В присутствии CF_3COOH исключаются многие побочные процессы.

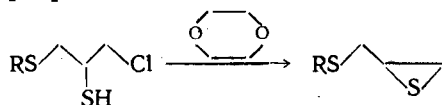
Из изученных тионовых соединений наиболее эффективен диметилтиоформамид в присутствии каталитических количеств CF_3COOH [67].



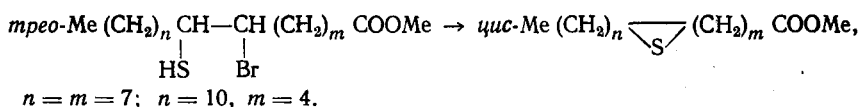
Высокоэффективными тиолирующими агентами оказались также 2-меркаптобензтиазол [68] и 1-фенил-5-меркаптотетразол [69].

2. Циклизация 2-замещенных тиолов и их производных

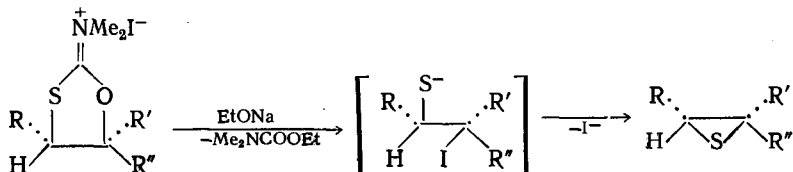
2-Хлоралкантиольные фрагменты, зафиксированные в полимерной матрице, превращаются в эпитиоалкильные группы уже при сольватации 1,4-диоксаном [70].



Аналогичные превращения характерны и для мономерных 2-галогеналкантиолов. Так, карборанилтиираны (VII) быстро образуются из 3-хлор-2-меркаптопропил-*o*-карборанов при нагревании в метаноле [71, 72]. 3-Галоген-4-меркаптотиолан-1,1-диоксиды спонтанно превращаются в 3,4-эпитиотиолан-1,1-диоксиды [73]. В обоих случаях образование цикла энергетически столь выгодно, что его раскрытие безводным HCl либо не происходит, либо реализуется в небольшой степени. Несколько более стабилен 1-трифторметил-2-хлорэтантиол, однако с *N*-метилпирролидоном он уже при 20°С превращается в трифторметилтииран [74, 75]. На новых примерах показана стереоспецифичность рассматриваемых реакций, осуществляющихся с обращением конфигурации [76].

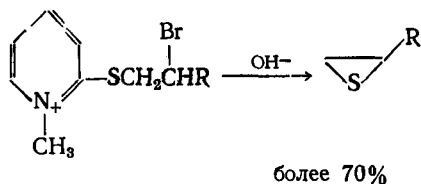


2-Галогеналкантиолат-ионы являются предшественниками тиранов во многих реакциях. Взаимодействие оксима 3,4-дибром-3-метилбутан-2-она с Na₂S в ацетоне приводит к оксиму 2-метил-2-ацетилтиирана [77]. В эпитиосоединения превращаются иодметилаты 2-метилимино-1,3-оксатиолонов [78], по-видимому, по схеме:

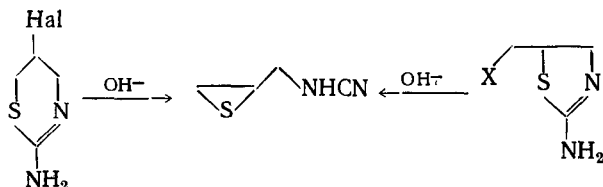


Количественно превращаются в тираны вицинальные иодтиоцианаты алициклического ряда, включая стероиды, при обработке EtBH₃Li [79].

Этиленсульфид или его полимер образуются из бромида 2-бромэтилзотиурония [80], 2*R*-тираны — из солей 2-(2-бромалкилтио)пиридиния [81].

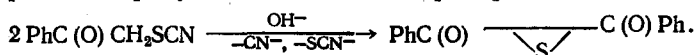


Образованием 2-галогеналкантиолат-анионов, по-видимому, можно объяснить скелетную перегруппировку циклических 2-галогеналкилизотиомочевин в 2,3-эпитиопропилцианамид [82].

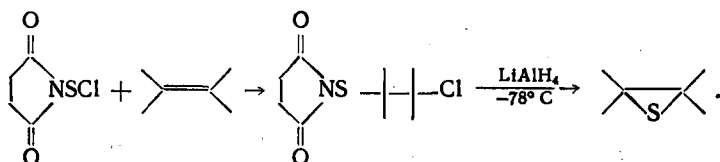


Из α -тиоцианацетофенона под действием оснований в условиях меж-

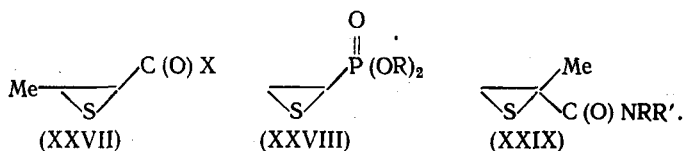
фазного переноса образуется дибензоилтиран [83].



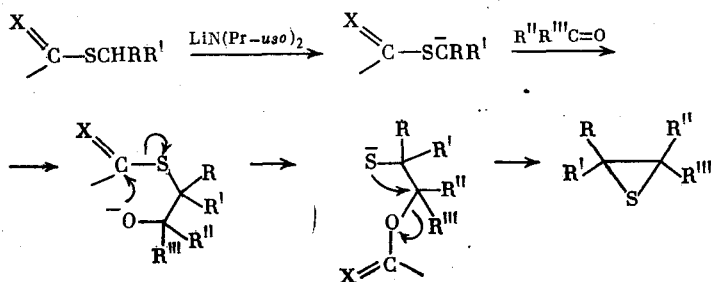
Предшественниками тиранов оказались также аддукты N-хлор-сульфенилированных сукцин- и фталимидов с алкенами [84, 85]. Восстановление LiAlH_4 позволяет получать тираны с выходом до 90% и более.



Легко теряющие атом серы тираны (XXVII)–(XXIX) получены в мягких условиях из α -хлор- β -ацилтиопроизводных карбоновых [86], или фосфоновых [87] кислот и из производных 3-хлортиетан-2-она [88].

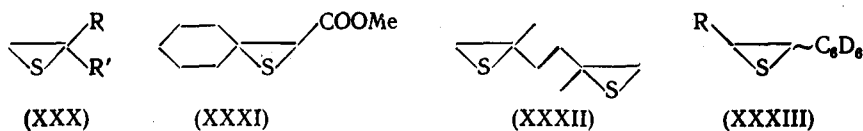


Новое направление синтеза тиранов основано на реакциях карбонильных соединений с серосодержащими карбанионами, в которых атом серы связан с координационно ненасыщенным атомом углерода [89–94]. Промежуточные окси-анионы этих реакций перегруппировываются в предшественники тиранов – 2-замещенные тиолат-анионы.



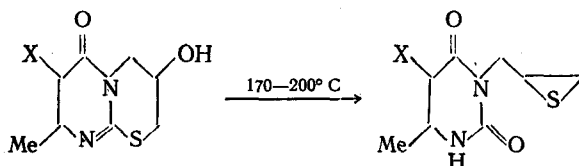
В реакциях с карбонильными соединениями (алифатическими и ароматическими альдегидами, кетонами ациклического и алициклического ряда) широко изучены тиио-, дитиокарбонаты и 2-алкилтио-1,3-оксазолины. Метод позволяет получать различные тираны, в том числе оптически активные тираны (XXX), замещенные тиоглицидаты (XXXI), бис-тираны (XXXII) и др.

Вместо альдегидов или кетонов можно использовать алкилтиоалцилаты; они ацилируют серосодержащие карбанионы в α -тиолированные кетоны, которые после восстановления дают с хорошим выходом тираны, например (XXXIII) [95].



К этому же типу относятся термические превращения 2-оксипалкилтиоловых соединений, в которых атом серы связан с координационно ненасыщенным атомом. Так, 2-R- и, особенно легко, 2-R-2-R'-тираны образуются при термоллизе 2-оксипалкилтиоловых эфиров кислот фосфо-

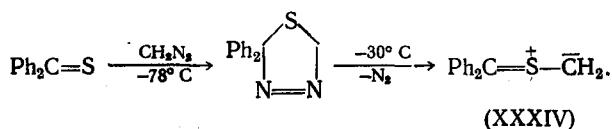
ра [96]. Аналогично образуются эпитиопропилпиримидины из 3-оксипиримидотиазинов [97].



Подобным путем превращается в циклогексенэписульфид *транс*-2-бромциклогексанол при взаимодействии с избытком KSCN в водном спирте [98].

3. Гомолитические методы синтеза

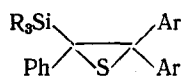
Подвергнут сомнению бирадикальный механизм образования тиранов реакцией диазоалканов с тионами. По мнению авторов [99], взаимодействие тиобензофенона с диазометаном первоначально приводит к 1,3,4-тиадиазолину, который при -30°C превращается в тиокарбонилид (XXXIV).



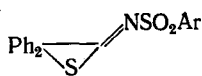
Подтверждением его образования считают следующие селективные превращения (XXXIV): изомеризацию в 1,1-дифенилтииран, димеризацию в 2,2,3,3-тетрафенил-1,4-дитиан и 1,3-диполярное присоединение к активным диполярофилам.

Полученные в работе [99] данные, по-видимому, отражают аномальное поведение в этих реакциях диазометана. Так, в реакции тиобензофенона с диазоуксусным эфиром теми же авторами [100] получен только 3,3-дифенилтиоглицидат, а с диазоэтаном и фенилдиазометаном 2,2-дифенил-3-метил- и 2,2,3-трифенилтиираны [101]. Образование тиокарбонилидов в этих случаях не показано.

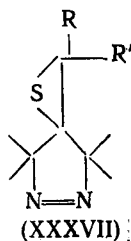
В работах [102–117] изучены новые примеры этой реакции. Тираны образуются при взаимодействии Ph_2CN_2 с тетрафенил-4-тиопираном [102], моно- и дитио-N-арилфталымидами [103], N-замещенными 3-аминоинден-1-тионами [104]. Реакцией диарилдиазометанов с тиоацилсиланами получены силилированные тираны (XXXV) [105, 106], а с изотиоцианатами сульфокислот — тиранимины (XXXVI) [107, 108]. Диазометан, диазоэтан, диазоуксусный эфир, фенил- и дифенилдиазометаны в мягких условиях взаимодействуют с тетраметилпиразолин-4-тионом, образуя спиротираны (XXXVII) [109]. Дифенилдиазометан, 4-хлор-9-диазоксантен и 9-диазофлуорен реагируют с 4-хлорксантен-9-тионом, давая спиротираны (XXXVIII) [110]. Тираны получены также в реакциях 4,4-диметокситиобензофенона с 1-диазо-2,3-дигидроинденом [111], монотиоантрохинона с 10-диазоантроном [112], норборнантионов и тиобензофенона с диазопропелланами [113]. Сложно реагируют с тионами диазокетоны строения ArCOCHN_2 [114]: ароилтираны получены только с флуорен-5-тионом. Тиокетены и тиокетен-S-оксиды с диазоалканами дают соответствующие тиадиазолины, превращающиеся в тираны (XXXIX) и тираноксиды (XL) лишь при нагревании или УФ-облучении [115, 116].



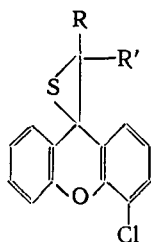
(XXXV)



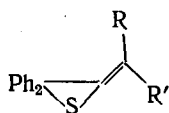
(XXXVI)



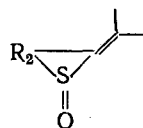
(XXXVII)



(XXXVIII)

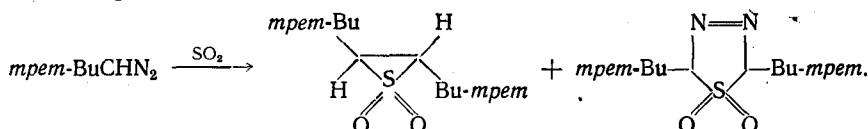


(XXXIX)



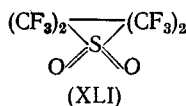
(XL)

Изучено влияние условий на направление реакций диазоалканов с сернистым газом [117]. В случае *трет*-бутилдазومتана образуется *транс*-2,3-ди-(*трет*-бутил)тиран-1,1-диоксид, а также смесь *цис*- и *транс*-тиадиазолин-1,1-диоксидов, разложение которых дает смесь *цис*- и *транс*-тирандиоксидов.

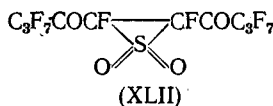


В аналогичных превращениях фенил- и фенилметилдазومتанов получены смеси *цис*- и *транс*-тирандиоксидов.

тетракис-(Трифторметил)тиран-1,1-диоксид (XLI) является одним из продуктов превращения высокоэлектрофильного гексафтордиметилсульфонена [118]. Дегидрофторирование перфторпропил- α -фтор- α -фторсульфонилметилкетона комплексом $\text{Et}_3\text{N} \cdot \text{BF}_3$ привело к 2,3-бис-(перфторбутирил)-2,3-дифтортиран-1,1-диоксиду (XLII) в виде смеси *цис*- и *транс*-изомеров [119].



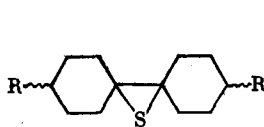
(XLI)



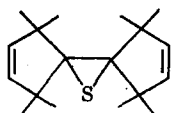
(XLII)

Тиран-1,1-диоксид, по мнению авторов [120], образуется промежуточное при каталитическом высокотемпературном окислении этилена сернистым ангидридом.

Значительное внимание уделено пиролитическим и фотолитическим методам синтеза тиранов. Термоллизом спироциклических 1,3,4-тиадиазолинов получены тираны (XLIII) [121, 122] и (XLIV) [123]. Вакуумным флеш-пиролизом тримера циклопропантриона, эписульфида (XLV) или карбоната (XLVI) получен малостабильный метилентиран (XLVII) [124, 125].



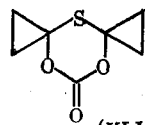
(XLIII)



(XLIV)



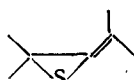
(XLV)



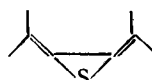
(XLVI)



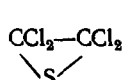
(XLVII)



(XLVIII)



(XLIX)

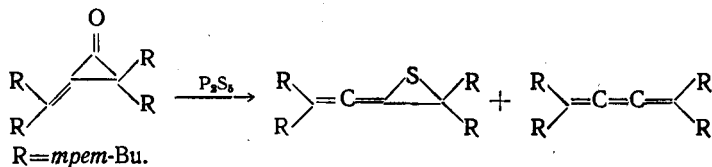


(L)

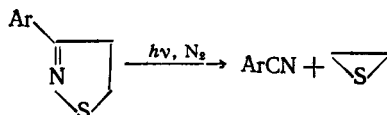
Эписульфид тетраметилаллена (XLVIII) образуется при пиролизе Na-соли тозилгидразона 2,2,4,4-тетраметилтиетанона [126] и фотолитизе тетраметилциклопропантриона [127]. Для получения диизопропилиден-тиетанона (XLIX) использован пиролиз в вакууме 2,4-диизопропилиден-тиетанона [128] или Li-соли тозилгидразона 2,2-диметил-4-изопропилидентетанона [129]. 2,4-Диизопропилиден-1,3-дитиетан-1,1-диоксид

[130] и тетрачлор-1,3-дитиетан-1,1-диоксид [131] при флеш-пиролизе превращаются в тиран (XLIX) и тетрачлортиран (L) соответственно. К различным 2,3-дизамещенным тиранам приводит вакуумный флеш-пиролиз 2,5-дизамещенных 1,3-оксатиолан-5-онов [132].

Тиолированием алкилиденциклопропанов пентисернистым фосфором в пиридине при 80° С получают 1,2,3-бутатриенэписульфиды, которые частично превращаются в 1,2,3-бутатриены [133, 134].

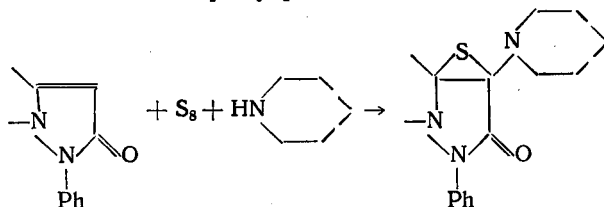


3-Арил-1,2-тиазолины при УФ-облучении превращаются в тиран и арилнитрилы [135].

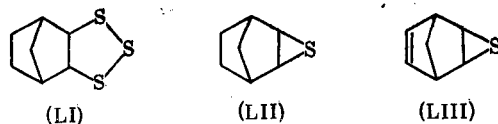


Исследовано поведение замещенных 2H-1,3-оксатиолов в условиях электронного удара [136], циклораспад которых приводит к тиокарбонидам $\text{RR}'\text{C}=\text{S}^+-\text{CBzR}''$. Последние, в зависимости от природы R и R' циклизуются либо в тираны, либо в исходные оксатиолы. Ион-радикальные реакции дибензоилдибромметана с ксантогенатом калия [137] и дибензоилметана с N,N-бис-(арилсульфонил)диимидом серы [138] в мягких условиях приводят к тетрабензоилтирану, который, в соответствии с данными [136, 139], уже в процессе образования изомеризуется в 2,2,4-трибензоил-5-фенил-1,3-оксатиол.

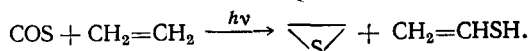
Появились публикации о синтезах тиранов из алкенов и элементарной серы. Облучение смеси норборнена и S₈ в CS₂ приводит к тритиатрициклодекану (LI) и эпителинорборнану (LII) [140]. Норборнадиепсид (LIII) при нагревании с S₈ в ДМФА при активации NH₃ [141]. Реакция антипирина с серой в присутствии циклических аминов приводит к аминотирану [142].



Осуществлен синтез природных сесквитерпеновых эписульфидов карофиллена, выделенных из эфирного масла хмеля. Эти соединения образуются при УФ-облучении смесей сесквитерпенов с S₈ в циклогексане или при радиолизе сесквитерпенов в присутствии фенилизотиоцианата [143]



Получены новые сведения о фотохимической реакции COS с этиленом [144].



Показано, что образование винилтиола связано с участием в реакции

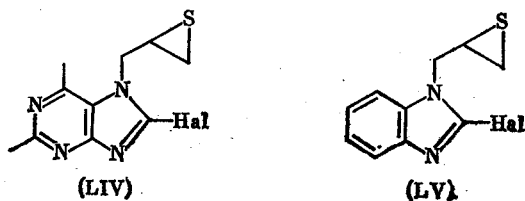
возбужденных атомов S(D_2). Разработаны рекомендации по управлению процессом.

Проведены расчеты частиц $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{S}^+$ [145]. Их особенность состоит в эффективных спин-орбитальных взаимодействиях неспаренных электронов, что индуцирует легкие $T \rightarrow S$ -переходы и обеспечивает стереоспецифичность формирования тиранового цикла в мягких условиях.

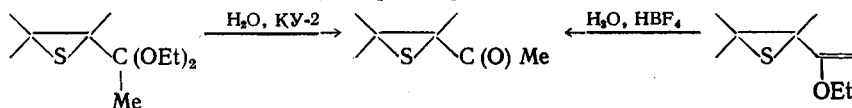
4. Превращения тиранов без раскрытия цикла

Тиоэпихлоргидрин в присутствии щелочей в эфире реагирует с моно-, ди- и тригалогеналлиловыми спиртами, дихлорпропанолом [28], алкилцеллозольвами [29, 30], 3-(триорганосилил)замещенными аллиловыми [32] и пропаргиловыми [33, 146] спиртами. Аналогично взаимодействуют с тиоэпихлоргидрином соли карбоновых кислот [147]. При действии 3-(триметилсилил)пропаргилового спирта расщепляется связь $\text{Si}-\text{C}\equiv$ и образуется 1-пропаргилокси-2,3-эпителипропан [32].

В мягких условиях из тиоэпихлоргидрина и алкил-2-цианэтиламинов в присутствии оснований получены тираны (III) [37]. Литий-*o*-карбораны в этих реакциях образуют соединения (VII) [148]. С тиоцианатами Na, K и аммония в спирте тиоэпихлоргидрин дает 1-тиоциан-2,3-эпителипропан с небольшой примесью изотиоцианата, а с диэтилтиофосфатом калия — *O,O*-диэтилтиоглицидилтиофосфат [149]. В апротонных средах (ДМФА, ДМСО) реакцией тиоэпихлоргидрина с 8-галогенксантинами и 2-галогенбензимидазолами получены эпителипропаны (LIV) и (LV) [150].

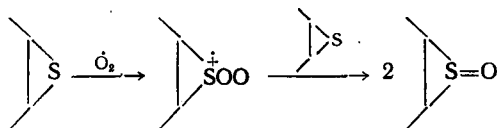


Изучены условия образования ацетилтирана из ацетала ацетилтирана и 2R-2-(α -этоксивинил)тирана [43].



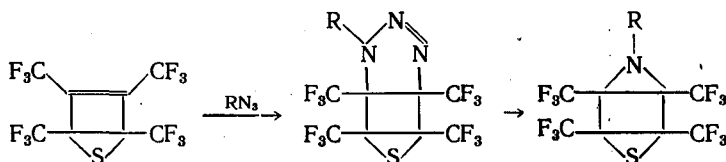
Столь же гладко образуется формилтиран из его диэтилацетала [42].

Фотоокисление алкилтиранов кислородом в ацетоне, CH_3CN , CHCl_3 и CH_2Cl_2 приводит к тираноксидам по схеме [151]:



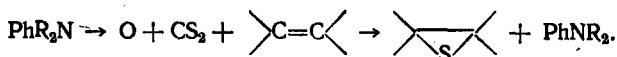
В спиртах происходит раскрытие тиранового цикла и окисление атома серы. Диарилтираны индифферентны к кислороду при УФ-облучении.

Примером модификации тиранов по кратной связи заместителя при цикле может служить превращение стабильного «тиофена Дьюара» в валентный изомер 1,4-тиазина [152].



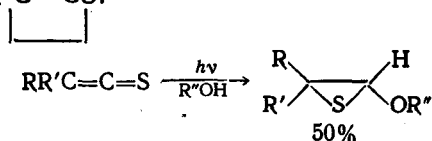
5. Другие методы

Оригинальный способ синтеза тиранов открыт при изучении реакции окиси диметиланилина с CS_2 в присутствии алкенов [153].

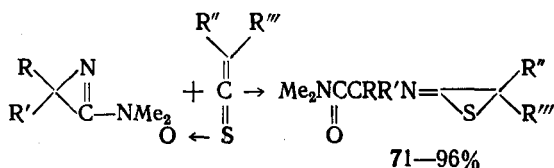


Выход возрастает с увеличением избытка CS_2 и алкена. Тиолирующим агентом считают оксатирантион, образующийся из CS_2 и N-окиси.

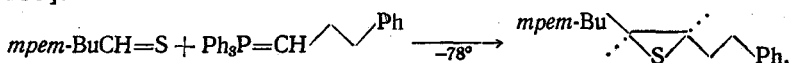
Алкокситираны образуются при УФ-облучении тиокетенов в бензоле в присутствии спиртов [154]. Предшественником алкокситиранов считают карбен $\text{RR}'\text{C}-\dot{\text{C}}\text{S}$.



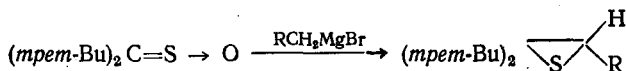
Новые методы синтеза тираниминов основаны на реакции диметиламиноазиринов с тиокетен-S-оксидами [155]. Полагают, что реакция



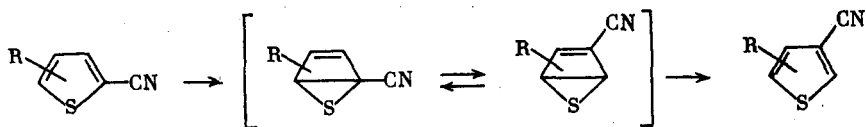
осуществляется по механизму 1,3-диполярного присоединения. Образованием и превращениями [2+2]-циклоаддуктов объясняют получение эпителиосоединения в реакции пивалоилтиоальдегида с реагентами Виттига [156].



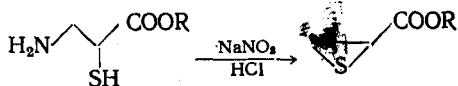
Тираны являются основными продуктами реакции первичных магний- или литийорганических соединений с S-оксидом ди(трет-бутил)тиокетона [157].



Бициклические тираны типа «тиофена Дьюара», по-видимому, образуются промежуточно при фотолизе 2-циантиофенов, что является причиной их изомеризации в 3-циантиофены [158, 159].

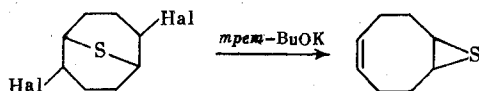


Тиранкарбоновые кислоты стереоселективно образуются при дезаминировании аминотиолов [160]. Энантимеры цистенна или его эфиров в этой реакции дают эпителиоглицидаты с обращенной конфигурацией. Энантимеры 6-аминопенициллановой кислоты превращаются в 3,3-диметилтиоглицидную кислоту.



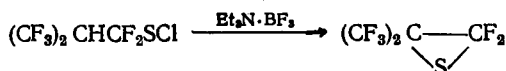
Дигалогензамещенные тиабиклооктаны и тиабиклононаны при дегидрогалогенировании трет-бутилатом калия почти количественно

превращаются в моноэпителиопроизводные циклодиенов [161].

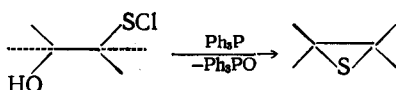


Эпителиоадамантилиден получен реакцией диадамантилидена с S_2Cl_2 в CH_2Cl_2 при $20^\circ C$ [162–164]. В присутствии SCl_2 эпителиосоединение хлорируется в 4-хлор-, 4,4'-дихлор- и 4,4',8-трихлорэпителиоадамантилиден.

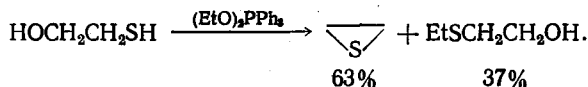
В работах [165, 166] получены эпителиосоединения из сульфенилхлоридов. 2-Гидрооктафторизобутилсульфенилхлорид дегидрохлорируется комплексом $Et_3N \cdot BF_3$ в эпителиоперфторизобутан [165].



2-Оксиалкансульфенилхлориды стереоспецифично превращаются в эпителиосоединения при обработке трифенилфосфином [167].



Реакция моноэтиленгликоля с диэтокситрифенилфосфораном в толуоле приводит к смеси тирана с этил-2-оксипропансульфидом [168].



III. РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ

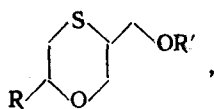
За прошедшее десятилетие накоплены обширные сведения о реакциях разнообразных тиранов с окси- и аминсоединениями, тиолами, SH -кислотами, различными электрофильными реагентами, а также о поведении тиранов в реакциях десульфуризации и циклообразования. Значительно расширены сведения о внутримолекулярных превращениях функционально замещенных тиранов. Появились новые количественные характеристики основных типов реакций тиранов.

1. Реакции с оксисоединениями

Полимеризация тиранов в присутствии оксисоединений и основных катализаторов препятствует препаративному использованию этой реакции [1]. Она применялась ранее лишь для синтеза титан-3-ола и его производных раскрытием цикла тиоэпихлоргидрина некоторыми оксианионами. Эта реакция (тиран-титановая перегруппировка) по-прежнему изучается как в препаративных целях [4–12], так и в теоретическом плане [169]. Вместе с тем появились и новые примеры синтетического использования нуклеофильного раскрытия тиранового цикла оксисоединениями.

Так, взаимодействие 1-(2-галогеналкоксил)-2,3-эпителиопропанов со спиртами в присутствии оснований приводит к 1,4-оксатианам (LVI) [29]. Пропаргил- или пропин-1-илтираны изомеризуются трет-бутилатом калия в тиофены (LVII) [52]. N-2,3-Эпителиопропилцианамид в условиях нуклеофильного раскрытия цикла количественно превращается в 2-амино-1,3-тиазолин (LVIII) [82]. Тиранимины (XXXVI) со спиртами в мягких условиях дают амиды α -алкокситиокарбоновых кислот (LIX) [107, 108]. При нагревании этиленсульфида с фенилацетатом в

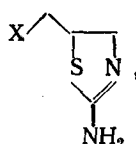
присутствии три-*n*-бутиламина с высоким выходом образуется 2-феноксипропилацетат [170].



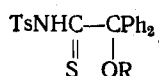
(LVI)



(LVII)

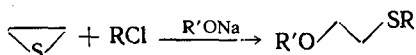


(LVIII)



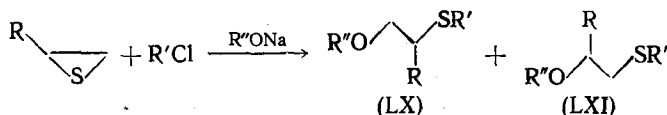
(LIX)

Другое направление основано на конкурентных реакциях в системах тиран — RONa — бензилхлорид [171].



Изучение подобных реакций показало [172–182], что в присутствии бензил- и аллилхлоридов с выходом 50–80% образуются мономерные продукты из этиленсульфида и алкоксидов натрия на основе первичных спиртов жирного ряда, бензилового спирта и трифторэтанола, а также фенолятов натрия. Аналогично реагируют в этих системах 2-*R*-тираны, в том числе эпитиопропан, 1,2-эпитиогексан, стиролсульфид, алкокси- и арилоксиметилтираны, винилтиран.

Установлено, что лишь алкокси- и арилоксиметилтираны региоселективно взаимодействуют с алкокси- и арилоксианионами, в основном, по правилу Красуского, т. е. с образованием продуктов «нормального» строения (LX). В реакциях с другими 2-*R*-тиранами образуются смеси продуктов, содержащие и вещества «аномального» строения (LXI) [179–182].



Состав смеси существенно зависит от природы оксианиона и заместителя при цикле.

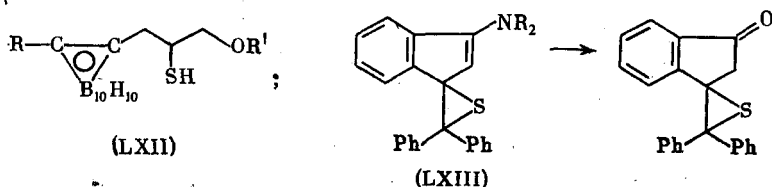
Кинетические характеристики и термодинамические параметры реакции позволили заключить, что они реализуются по «пуш-пульному» (A_d) механизму [173, 175–182]. Лимитирующей стадией этих реакций является образование ионной пары тиран — оксисоединение, облегчаемое сольватацией протонодонорными растворителями. Реакционная способность этой пары выше, чем в аналогичных реакциях оксиранов, что и определяет повышенную склонность тиранов к полимеризации оксисоединениями. Во всех изученных случаях наблюдаются большие по абсолютной величине отрицательные энтропии активации «нормального» раскрытия тиранового цикла по сравнению с «аномальным», что характерно и для аналогичных реакций оксиранов.

Подавить полимеризацию в реакциях тиранов с оксисоединениями удается также в условиях кислотного катализа. Так, в присутствии серной кислоты 1,2-эпитиодекан взаимодействует с первичными спиртами жирного ряда, образуя смеси первичных и вторичных алкоксидекантиолов [183, 184]; соотношение изомеров зависит от природы спирта и количества катализатора. С понижением сольватационной способности спирта выход мономерных продуктов падает. Третичные спирты в этих реакциях не эффективны ввиду их низкой стабильности в присутствии кислот.

В отличие от эпитиодекана карборанилтираны (VII) однозначно взаимодействуют с водой и спиртами при кислотном катализе, образуя продукты «нормального» строения (LXII) [71]. В условиях нуклеофильного катализа эти реакции приводят только к олигомерам [185].

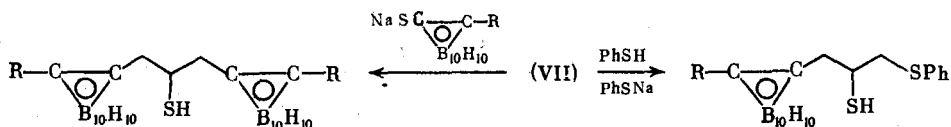
Следует отметить, что катализируемые кислотами реакции тиранов с оксисоединениями осуществляются в сравнительно жестких условиях. Это позволило, не затрагивая тиранового цикла, осуществить замену

енаминовой группы соединения (LXIII) на кето-функцию [104] и получить 16,17 α -эпитиопрегненолон из его ацетата [186]. Некоторые из бициклоалкилидентииранов достаточно устойчивы и к основным реагентам. Это свойство использовано для снятия ацетильной защиты метанолом в присутствии Na₂CO₃ в диацетатах эпитио-секостероидов [121].



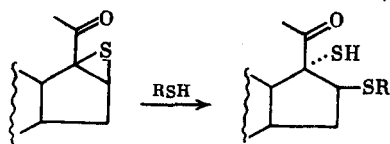
2. Реакции с тиолами и тионами

Новые сведения о реакциях тиранов с тиолами немногочисленны. При изучении свойств карборанилтиранов (VII) установлено, что их взаимодействие с тиофенолом в присутствии тиофенолята натрия в этаноле осуществляется однозначно по правилу Красуского [185]. Аналогично вступают в реакцию *o*-карборанилтиоляты натрия



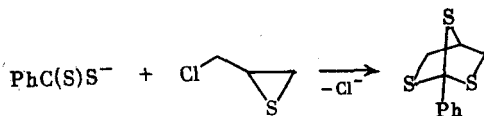
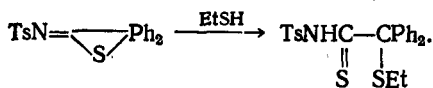
В этих же условиях карборанилтираны превращаются в бис-меркаптаны при взаимодействии с гидросульфидом натрия [186] и в тритиокарбонаты с метилксантогенатом калия [72].

Интересные результаты получены при изучении превращения 16,17 α -эписульфидного цикла 20-кетопрегнанов и их гидразонов [187, 188]. Реакции 3-ацетата 16,17 α -эпитиопрегненолона с бензилмеркаптаном (при электрофильном катализе) или с тиолуксусной кислотой осуществляют-ся стереоспецифично по правилу Красуского.



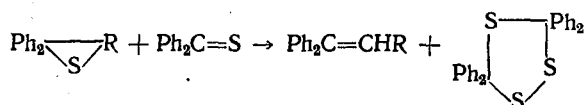
Однако этантиол в этих условиях отщепляет серу от эпитиосоединения. Гидразон эпитиопрегненолона подвергается десульфуризации даже тиолуксусной кислотой.

Интересны результаты реакций тиранаминов с этантиолом [108] и тиоэпихлоргидрина с дитиобензоатом аммония [189].



Появились сведения о реакциях тиранов с тиокарбонильными соединениями. Ди- и тризамещенные тираны в мягких условиях десуль-

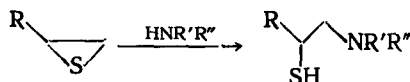
фуризируются тиобензофенонами, причем образуются алкены и 1,2,4-три-тиоланы [190].



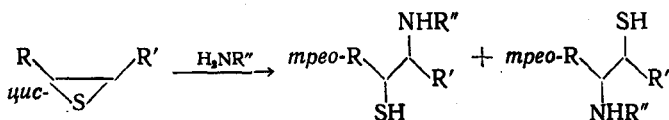
С сероуглеродом в третичных аминах при высоком давлении моно- и дизамещенные тираны превращаются в тритиокарбонаты [191]. 1-(N-Карбазолил)-2,3-эпителипропан легко образует циклоаддукт с CS_2 [39]. В присутствии гидросульфидов Zn, Cd, Hg и аммония тираны с сероуглеродом превращаются в олигомерные политиокарбонаты [192].

3. Реакции с аминами

Реакции с аминами — наиболее широко изученный раздел химии тиранов [1]. В дополнение к известным количественным характеристикам процессов раскрытия цикла тиранов аминами (см. [1], с. 219) проведено сравнительное изучение кинетики реакций окиси пропилена и пропиленсульфида с дибутиламином [193]. Результаты этой работы подтвердили качественные представления о том, что в апротонных средах тирановый цикл раскрывается дибутиламином легче, чем оксирановый. Установлена высокая региоселективность раскрытия цикла пропиленсульфида дибутиламином в соответствии с правилом Красуского, что является общей особенностью реакций 2-R-тиранов с аминами.



Появились первые сведения о стереохимии рассматриваемой реакции. Показано, что *цис*- и *транс*-2,3-эпителибутаны при нагревании (90–100° С) с первичными аминами (избыток 200%) превращаются исключительно в *трео*- и *эритро*-аминотиолы соответственно [194]. В реакциях метиловых эфиров *цис*-6,7- и *цис*-9,10-эпителиоктадекановых кислот с анилином при катализе Ag^+ получены смеси эфиров региоизомеров анилиномеркаптооктадекановых кислот *трео*-конфигурации; *транс*-изомеры дают аналогичные продукты *эритро*-строения [76]. Таким образом, раскрытие тиранового цикла аминами осуществляется стереоспецифично с обращением конфигурации:

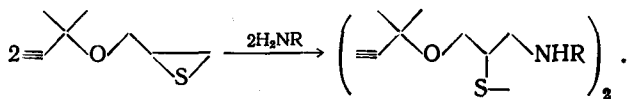


Детально изучено влияние температуры, растворителей, соотношения реагентов и присутствия оксисодержащих агентов на результаты реакции 1,2-эпителидекана со вторичными аминами различной основности [195]. Решающее влияние на выход мономерных продуктов оказывает избыток амина, что свидетельствует об участии двух молекул реагента в раскрытии цикла.

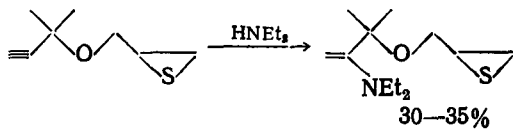
Региоселективное образование аминотиолов «нормального» строения установлено в реакциях вторичных аминов с эфирами на основе эпителиглицерида. В их числе 1-триорганилсилилалкил (алкенил)окси-2,3-эпителипропаны [32, 33], полигалогеналкоксиметилтираны, фурфурилокси- и трет-бутоксиметилтираны [31, 34], производные О-(2,3-эпителипропил)-гидроксиламина [196, 197].

Алкинилоксиметилтираны взаимодействуют с первичными аминами алифатического ряда даже при их избытке (100%) лишь в жестких условиях (100–105° С) с образованием дисульфидов [198]. Аналогично

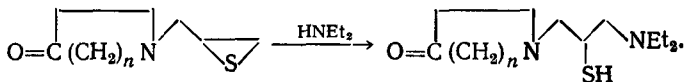
реагируют триптамин, тирамин и гистамин [199].



В более жестких условиях (130°C) образующиеся дисульфиды присоединяют алкиламины по ацетиленовой связи. Диалкиламины не вступают в эту реакцию даже при большом избытке амина, а при катализе $\text{Et}_2\text{O} \cdot \text{BF}_3$ присоединяются по ацетиленовой связи [200].

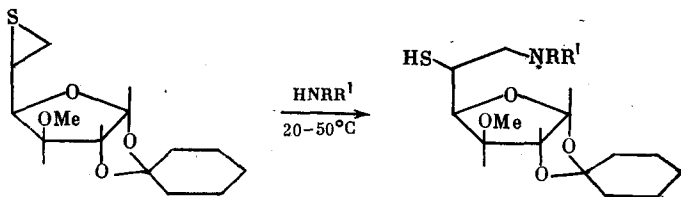


Реакция N-(2,3-эпителипропил)замещенных пирролидин-2-она и пиперидин-2-она с диэтиламино в жестких условиях приводит к продуктам «нормального» строения, которые частично окисляются в дисульфиды [38]:

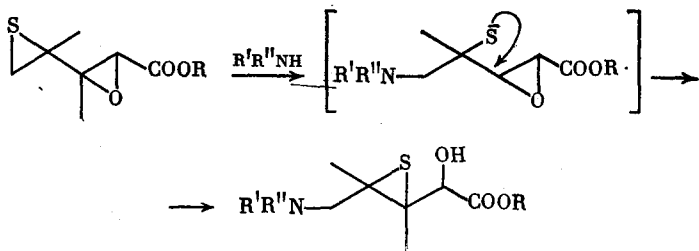


Раскрытие цикла по Красускому установлено в реакциях аминов с тиранами, несущими при цикле электроноакцепторные заместители — трифторметилтиран [75] и *o*-карборанилтираны [148, 185, 187].

Необычно мягко происходит аминирование эпитиоуглеводов первичными и вторичными аминами, эфирами аминокислот, что позволило получить аминотиоловые производные глюкофуранозы [201], изофуранозы [202] и сорбита [203].

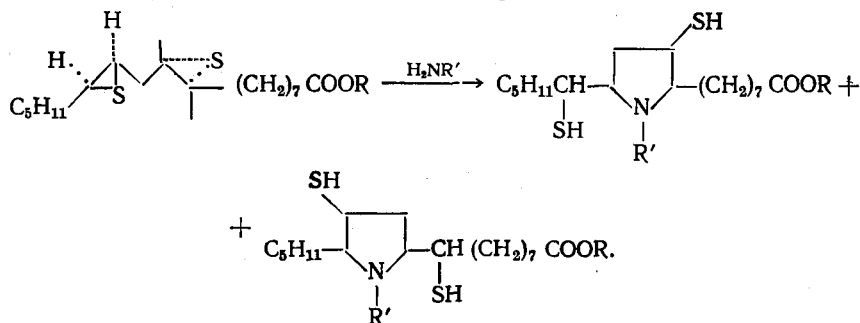


Взаимодействие эфиров 2,3-эпокси-4,5-эпителиовалериановых кислот с вторичными аминами сопровождается 2,5-присоединением нуклеофила и 5,3-миграцией тиранового цикла, что является следствием его «нормального» раскрытия и последующего превращения образующегося аминотиолата [46]



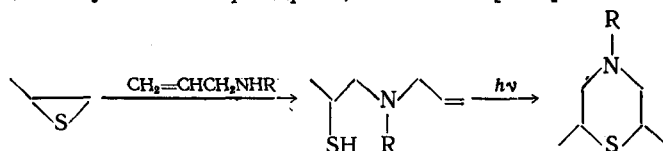
Реакции первичных аминов с бис-тииранами сопровождаются циклизацией. Так, единственными продуктами взаимодействия метил-, изо-пропил- и бензиламинов с *трео*-изомером *цис*-9,10-*цис*-12,13-диэпитио-октадекановой кислоты и ее эфирами в водном спирте при катализе

Ag^+ оказались замещенные меркаптопирролидины [204—206].

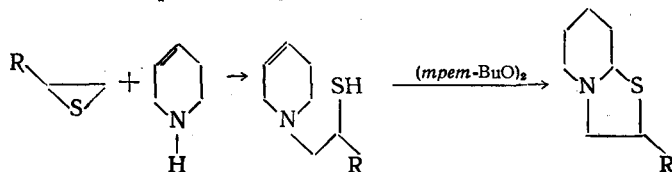


Труднее вступает в эту реакцию анилин, давая замещенные меркаптопирролидины с примесью аминотииранов.

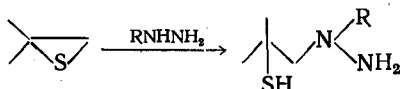
Аллил-, этилаллил- и бензилаллиламины образуют с тиранами в основном продукты «нормального» раскрытия цикла, которые при УФ-облучении циклизуются в пергидро-1,4-тиазины [207].



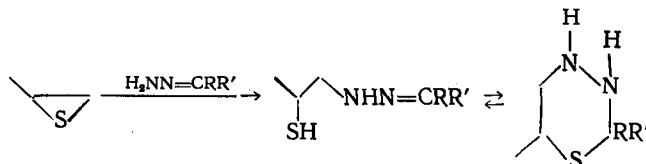
При нагревании в бензоле 2-R-тиранов с 2-кратным избытком тетрагидропиридина получают с высоким выходом вторичные аминотиолы, которые превращаются в 7-тиа-1-азабицикло[4.3.0]нонаны в условиях свободнорадикальной реакции [208].



2-Меркаптоалкилирование алкилгидразинов этилен-, пропилен- и изобутиленсульфидом осуществляется по замещенному атому азота, причем раскрытие цикла происходит, в основном, по правилу Красуского [209—211].



В бензоле при 60°С этилен-, пропилен- и бутен-2-сульфиды взаимодействуют с гидразонами [212, 213], образуя, в основном, продукты «нормального» раскрытия цикла, обратимо циклизующиеся в пергидро-1,3,4-тиадиазины.



Наряду с этим образуются продукты «аномального» раскрытия цикла и продукты бис-2-меркаптоалкилирования гидразонов.

В поисках физиологически активных веществ осуществлено моно-2-меркаптоэтилирование α,ω -алкилендиаминов [13] и бис-2-меркаптоалкилирование N,N'-диметил- α,ω -алкилендиаминов [214]; получены продукты реакций тиранов с эфирами пара-аминофенилуксусной кислоты

[14]. В последнем случае реакции осуществляются региоселективно в соответствии с правилом Красуского.

В обычных условиях 2-меркаптоалкилирования аминов этиленсульфид взаимодействует с макропористыми сополимерами стирола и дивинилбензола, модифицированными аminosоединениями [215].

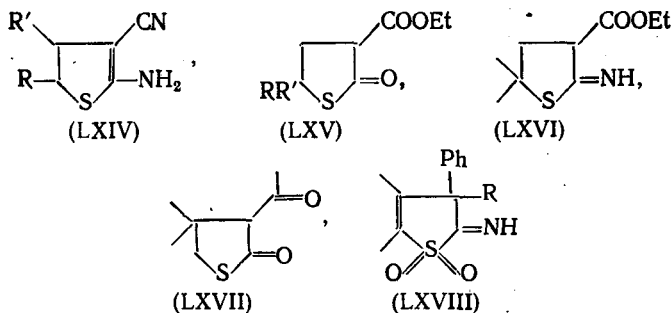
4. Реакции с СН-кислотами

Обычно СН-кислоты при нуклеофильном катализе инициируют полимеризацию тиранов и лишь в реакции с этилцианацетатом ранее были получены 2-имино-3-карбэтокситетрагидротиофены (см. [1], с. 201). В последнее время найдены условия образования продуктов циклоконденсации эпителиосоединений с другими СН-кислотами и их солями, изучена региоселективность этих реакций.

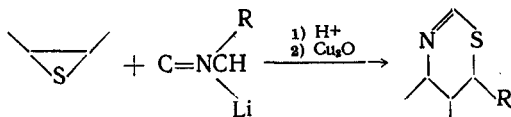
Малонодинитрил в присутствии NaH в ДМСО взаимодействует с этилен-, пропилен- и стиролсульфидами, образуя енаминонитрилы дигидротиофенового ряда (LXIV) с выходом 50—62%. При этом цикл пропиленсульфида раскрывается по правилу, а стиролсульфида — против правила Красуского [216]. Енаминонитрил из этиленсульфида получен в диглиме с выходом 23% [217], а продукт циклоконденсации енаминонитрил из изобутиленсульфида в этаноле при катализе EtONa — с выходом 62% [218].

Реакции тиранов с малоновым эфиром в спирте в присутствии EtONa приводят к 3-карбэтокситетрагидротиофен-2-онам (LXV) с выходом 35—65% [218]. Стиролсульфид в аналогичной реакции превращается в смесь региоизомеров (основным является продукт «аномального» раскрытия цикла). Изобутиленсульфид с циануксусным и ацетуксусным эфирами дает продукты «нормального» раскрытия цикла (LXVI), (LXVII) [218].

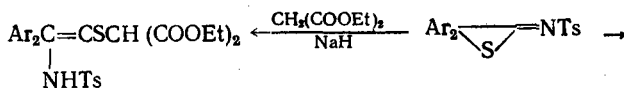
Замещенные натрийфенилацетонитрилы в тетрагидрофуране образуют продукты циклоконденсации (LXVIII) с 2,3-диметилтирен-1,1-диоксидом [219].

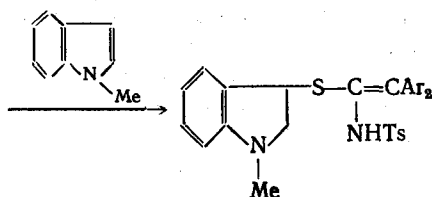


Литиевые производные изоцианидов присоединяются к пропилен-, циклогексен- и циклопентенсульфидам, давая γ-меркаптоалкилизотиониды, циклизующиеся в 4Н-5,6-дигидро-1,3-тиазины [220].



Тозилиминотираны в присутствии NaH взаимодействуют с малоновым эфиром [108], давая енаминосульфиды. Аналогично взаимодействует N-метилиндол.

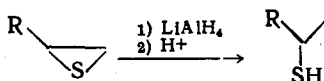




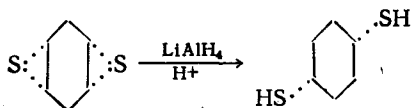
Неудачной оказалась попытка включить в реакцию с малоновым эфиром диизопропилидентииран при катализе диацетатом палладия [128]. Продуктом этой реакции оказался 1,1,4,4-тетраметилбутатриен.

5. Реакции с гидридами металлов и металло-органическими соединениями

Последние исследования подтвердили высокую региоселективность восстановления тиранов алюмогидридом лития до вторичных тиолов. Исключительно по правилу Красуского взаимодействуют с LiAlH_4 триорганилсилилалкил- и алкенилоксиметилтиираны [32, 33], трифторметилтииран [75], а также метил- и фенил-*о*-карборанилэпителипропаны [72].

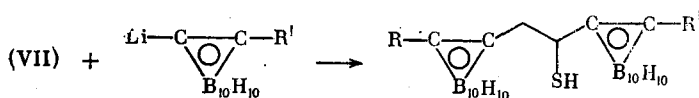


В реакции изопропил-*о*-карборанилэпителипропана наряду с вторичным тиолом образуется примесь продукта «аномального» раскрытия цикла [72]. Высокоселективно осуществляется восстановление *цис*-циклогексациен-1,2,4,5-диэписульфида до *цис*-1,4-димеркаптоциклогексана [44].

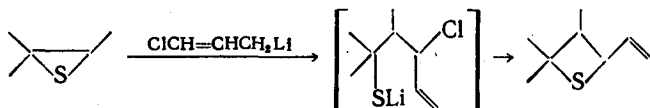


Лишь в единичных случаях отмечали отщепление серы от тиранов. Например, при восстановлении 4-хлордиадамантидентиирана LiAlH_4 получен не тиол, а диадамантилиден [221].

Закономерности реакций тиранов с литийорганическими соединениями и реагентами Гриньяра еще не установлены. В работах [185, 222] впервые показано образование мономерных продуктов взаимодействия тиранов с литийорганическими соединениями. Так, карборанилтиираны (VII) образуют вторичные тиолы с литий-*о*-карборанами [185].

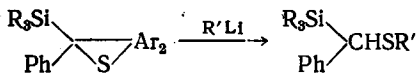


Бутиллитий и этилмагнийбромид отщепляют атом серы от карборанилтииранов [72, 185]. При $-90 \div -60^\circ \text{C}$ замещенные тираны с 3-хлораллиллитием образуют 2-винилтиетаны [222].

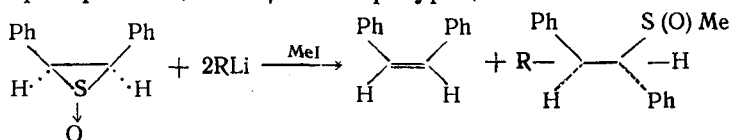


Тиоэпихлоргидрин в этой реакции превращается в 3-хлор-5,6-эпителио-1-гексен.

Раскрытие цикла триорганосилилированных триарилэтиленсульфидов метил- и бутиллитием сопровождается расщеплением связи C—C [106].

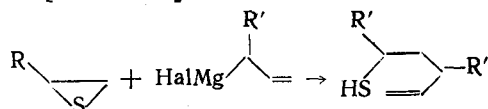


В реакциях бутил- и фениллития с *цис*- и *транс*-стильбенсульфидами и их S-окисями [223] образуются продукты десульфуризации и раскрытия цикла, выделенные в виде метилированных производных. При этом *транс*-стильбенсульфид и его S-окись количественно превращаются в *транс*-стильбен, а из *цис*-изомеров наряду с *цис*-стильбеном получены продукты раскрытия цикла *трео*-конфигурации.



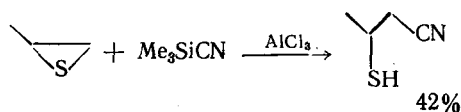
Стереоспецифичность десульфуризации объясняют образованием и согласованным распадом промежуточных эписульфуранов.

Появились новые примеры региоселективного взаимодействия тиранов с реагентами Гриньяра [224—226]. Алкенилмагнийгалогениды аллильного типа взаимодействуют с различными тиранами, образуя неопредельные тиолы [224—226].

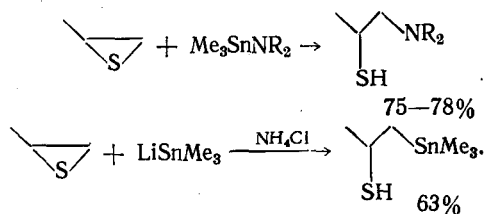


Диизопропилидентииран не реагирует с этилмагнийбромидом [129].

Изучены реакции тиранов с органическими производными элементов IV группы. Триметилсилилцианид в кипящем дихлорметане при катализе AlCl_3 региоселективно взаимодействует с пропиленсульфидом, давая силилированный β -меркаптобутиронитрил наряду с пропиленом [227].

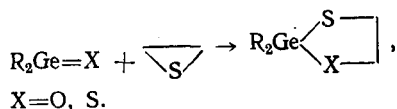


Триметилстанилдиалкиламида вступают в реакцию с пропилен- и циклогексенсульфидами без катализатора. Триметилстаниллитий, в отличие от станилдиалкиламидов, образует продукт «нормального» раскрытия цикла [228].



Циклогексенсульфид в этой реакции частично превращается в циклогексен.

Комплекс диэтилгермилена и триэтиламина взаимодействует с этиленсульфидом при 130—150°C, давая 1,2,5-гермадитиолан и этилен [229, 230]. Промежуточным продуктом этой реакции считают диэтилгермантион, вступающий в [2+3]-циклоприсоединение с этиленсульфидом. Подтверждение этому получено в прямых реакциях этиленсульфида с диалкилгерманонами и германтионами [231].

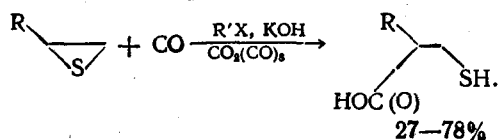


Карбонилы металлов, а также комплексы металлов переменной валентности отщепляют серу от тиранов [232]. В присутствии окиси уг-

лерода комплексы Rh и Pd катализируют десульфуризацию по схеме [233]:



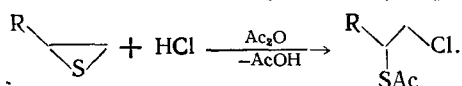
Однако при катализе $\text{Co}_2(\text{CO})_8$ в бензоле в присутствии метилиодида или бензилбромид и водной KOH в условиях межфазного переноса образуются β -меркаптоалканкарбоновые кислоты [234].



6. Реакции с электрофильными агентами

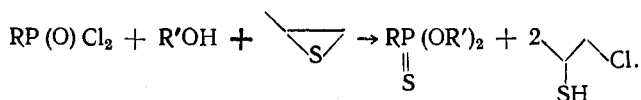
На большом числе примеров показано, что реакции тиранов с электрофилами отличаются значительно большим многообразием, чем считали ранее.

При взаимодействии карборанилтиранов (VII) с концентрированной HCl при 0—10°С медленно (за 10 ч) образуется продукт «нормального» раскрытия цикла. Аналогично взаимодействует HBr и HI; в последнем случае промежуточный тиол окисляется в дисульфид [71, 72, 235]. В отличие от HCl, HBr взаимодействует с карборанилтиранами и в безводных средах, что можно объяснить специфической сольватацией атома серы бромидом. HCl в Ac_2O столь же легко взаимодействует с этими соединениями, как и с пропиленсульфидом [70]:

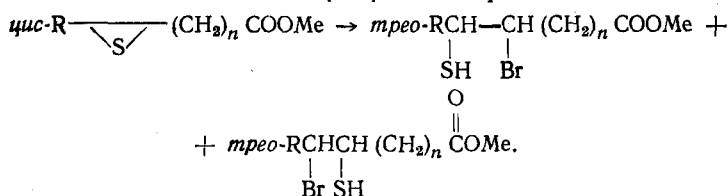


Аналогичные закономерности присущи реакциям HNaI и с другими электронодефицитными тиранами, например с 3,4-эпителиофан-1,1-диоксидом [73]; и в этом случае HCl лишь в Ac_2O легко и однозначно вступает в реакцию. В жестких условиях HCl взаимодействует и с трифторметилтираном, давая исключительно продукт нормального строения — вторичный галогентиол [75].

При отсутствии электроноакцепторных заместителей в молекуле тираны легко присоединяют HCl в неполярных средах. Так, триорганосилилалкоксиметилтираны [33] и 1-(N-фталимидо)-2,3-эпителиофан [236] в CHCl_3 и CCl_4 превращаются во вторичные галогентиолы. 2-R-Тираны алифатического ряда столь энергично связывают HCl, что их с успехом используют в качестве акцепторов галогенводородов [237].

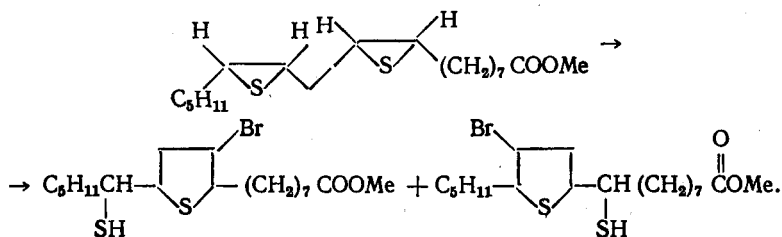


Раскрытие цикла тиранов галогенводородами сопровождается изменением конфигурации. Из эфиров высших жирных *цис*-эпителиокислот при взаимодействии с HBr получена смесь *трео*-изомеров [76], а из эфиров *транс*-эпителиокислот — смесь *эритро*-изомеров.



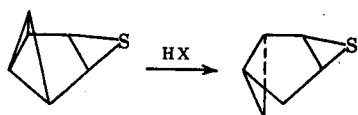
В ряде случаев взаимодействие тиранов с галогенводородами приводит к необычным результатам. Эфиры *цис*-9,10-*цис*-12,13-диэпителио-

октадекановых кислот с HBr дают смесь (1:1) двух региоизомерных замещенных тетрагидротиофенов [238].



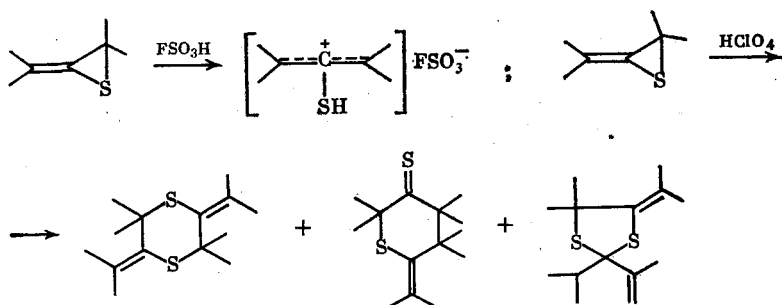
Аналогично реагирует CCl_3COOH .

Эпитиоадамантилен под действием HCl дает диамантилиден [221]. Реакция бензваленсульфида с HCl и AcOH сопровождается скелетной перестройкой [85].



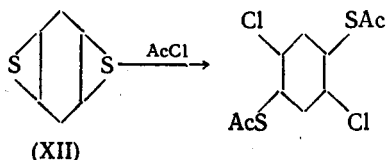
Карборанилтираны (VII) гидролизуются 10%-ной H_2SO_4 в меркаптоалканола по правилу Красуского [71]. Обычные тираны в этих условиях полимеризуются.

Тетраметилалленсульфид протонируется FSO_3H в стабильный карбкатион [239]. Однако 70%-ная HClO_4 и эфират BF_3 индуцируют его димеризацию [126, 239].

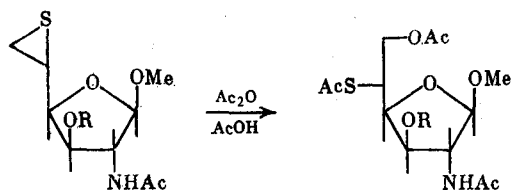


Карбазолилтиран (VI) полимеризуется разбавленными минеральными или органическими дикарбоновыми кислотами [240], но уксусная кислота дает продукт «нормального» раскрытия цикла с выходом 65%. Присоединение по правилу Красуского отмечено и в реакции уксусной кислоты с 16,17 α -эпитиопрегненолонами и их гидразонами [186, 188], а с 1,2-эпитиооктаном взаимодействие осуществляется неоднозначно [241, 242].

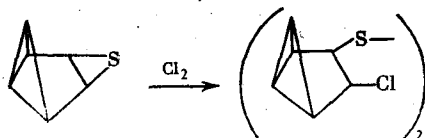
Неоднозначное раскрытие цикла наблюдали в реакциях ацетилхлорида с высшими 1,2-эпитиоалканами [243] и алкитиометилтиранами [244]. Карборанилтираны присоединяют ацетил- и бензоилхлориды в соответствии с правилом Красуского [72]. Аналогично взаимодействует при 100°С ацетилхлорид с трифторметилтираном [75]. Реакция ацетилхлорида с бис-эпитиоциклогексаном (XII) приводит к симметричному продукту [41].



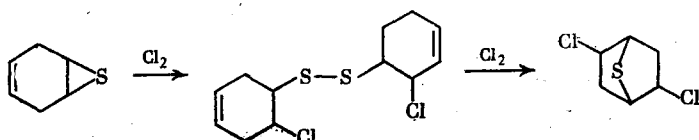
Взаимодействие высших 1,2-эпителиоалканов с ангидридами карбоновых кислот в присутствии третичных аминов осуществляется лишь в жестких условиях и приводит к смесям 1-ацилокси-2-ацилтио-, 1-ацилтио-2-ацилокси- и 1,2-ди(ацилтио)алканов [245, 246]. В то же время, производные 5,6-эпителио-*D*-глюкофуранозы в уксусной кислоте при катализе ацетатом натрия взаимодействуют с уксусным ангидридом однозначно по Красускому [247].



В работе [248] подтверждена неоднозначность раскрытия цикла пропиленсульфида хлором и 2-хлор- или 2-бромэтансульфенилхлоридами (см. [1], с. 253). Вместе с тем, *o*-карборанилтираны (VII) в мягких условиях взаимодействуют однозначно по правилу Красуского с хлором, бромом, иодом [40, 72] и сульфурилхлоридом [148] с образованием дисульфидов. Аналогично реагируют фталимидометилтиран с бромом [236] и трифторметилтиран с хлором [75]. Бензваленсульфид взаимодействует с хлором подобно другим тиранам [86].



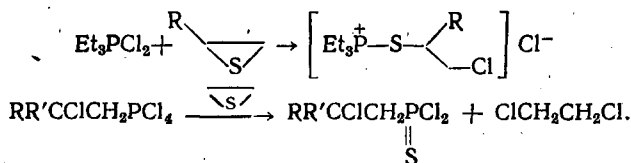
Однако моноэписульфиды циклоалкадиенов склонны к перегруппировкам под влиянием галогенов и сульфурилхлорида [249].



3,3-Этилендиокси-4,5-эпителиоциклогепт-1-ен с галогенами образует продукты, соответствующие двум возможным путям раскрытия цикла.

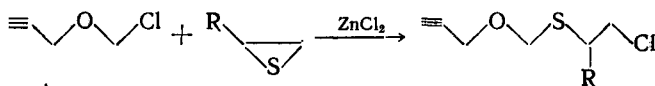
Реакция эпителиоадамантилена с SCl_2 приводит к хлорированию адамантильных групп в 4-, затем 4'-положения [162]. Иодистый метил отщепляет серу от этих соединений [211]. Кипячение 4-хлорэпителиоадамантилена с HCOOH приводит к замещению атома хлора на форматную группу, а выделяющийся HCl индуцирует десульфуризацию образующегося эпителиосоединения [221].

В реакциях 2-*R*-тиранов с триэтилдихлорфосфораном получены относительно стабильные триэтил-2-хлоралкилтиофосфонийхлориды [250]. Подобного типа продукты реакции 2-хлоралкилтетрахлорфосфоранов с тираном легко разрушаются с выделением дихлорэтана [251].



В реакции пропаргилхлорметилового эфира с 2-*R*-тиранами в присутствии катализаторов Фриделя-Крафтса образуются преимущественно

но продукты «аномального» строения [252].

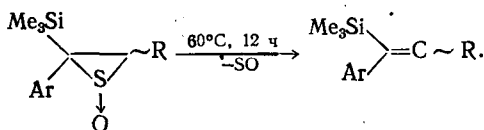


7. Десульфуризация тиранов

Новые сведения в основном относятся к спонтанной или термической десульфуризации, а также к десульфуризации в присутствии металлов, металлоорганических соединений, соединений трехвалентного фосфора.

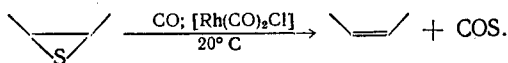
Алленсульфид превращается в аллен уже при -70°C [124, 125], 2,2,3-трифенилтиран [101] и 2,2-дифенилтиран [99] отщепляют серу при 20°C за 1 и 15 ч соответственно. При нагревании превращаются в алкены 3-диалкиламиноинденилидентиираны (80°C , 3 ч) [104], *цис-транс*-дивинилтираны ($90-100^\circ\text{C}$) [53], эфиры и амиды замещенных тиоглицидных кислот ($20-100^\circ\text{C}$) [92, 93, 100, 253], эфиры 1,2-эпитиоэтанфосфоновой кислоты [77], спиротираны ($200-250^\circ\text{C}$) [254], *цис*- и *транс*-дидейтеротираны (350°C) [56]. Спонтанная или термическая десульфуризация осуществляется стереоспецифично [53, 56, 93, 253], однако в случае *цис*-2-R-3-R-тиранов она сопровождается частичным образованием алкенов *транс*-конфигурации [54].

Изучено несколько примеров термической десульфуризации S-окисей и S,S-диокисей тиранов. Например, показано мягкое образование замещенных триметилсилилалкенов из соответствующих S-окисей [255].



Классическая десульфуризация тиранов медной бронзой при $150-180^\circ\text{C}$ изучена на примерах спиротиранов, полученных реакцией диазосоединений с тиопиранами [102], дитионфталымидом [103] и ксанттионами [110, 256]. В мягких условиях ($40-90^\circ\text{C}$) реагируют алкокситираны [154], высшие термальные и интернальные эпитиоалканы [257]; при этом наряду с алкенами частично образуются и алканы.

Высшие алкены [257] и секостероиды [121] получены кипячением соответствующих эпитиосоединений с Zn в CH_3COOH . Тираны превращаются в алкены при взаимодействии с гермиленами [228], пентакарбонилем железа [232], трибутилоловогидридом в присутствии азо-бис-изобутиронитрила [257]. Стереоспецифичную десульфуризацию катализируют комплексные соединения Rh в присутствии окиси углерода [235].



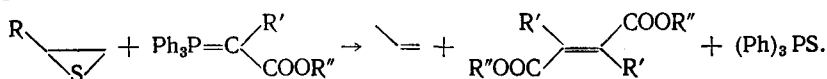
Разнообразные тираны стереоспецифично превращены в алкены при кипячении в диметоксиэтаноле в присутствии лития [55]. Карборанилтираны [72] и 2-R-3-R-тираны [156] отщепляют серу также при действии бутиллития. Бутил- и фениллитий стереоспецифично превращают *цис*- и *транс*-стильбенсульфиды или их S-окиси в алкены [223].

Трифенилфосфин использован для десульфуризации 2-окси-5-диалкиламино-3,4-эпитиоалканкарбоксилатов. [36], разнообразных 2-R- и 2-R-3-R-тиранов [90], оптически активных тиранов [91], триорганосилилтиранов [105, 106], *тетракис*(трифторметил)пергидро-1,4-тиазина Дьюара [152], карборанилтиранов [258] и других эпитиосоединений. Иногда лучшими десульфуризирующими агентами являются Bu_3P и фосфиты. Так, диспиротираны [123], тетраметилалленсульфид [126] и диизопропилидентииран [129] превращаются в соответствующие алкены при взаимодействии с Bu_3P и гексаалкилтриамидофосфитами. Ок-

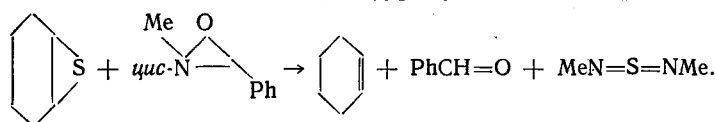
сим 1-метил-1-ацетилтиирана [77] и тиранимины [155] легко превращаются с Bu_3P в оксим метилизопропенилкетона и кетенимины соответственно. Триалкилфосфиты использовались для получения из тиранов ди-, три- и тетраалкилэтиленов [90], N-аллилпиримидинов [97], алкилиденпиразолинов [109], циклогексилиденциклогексанов [122] и др.

Новыми примерами нуклеофильной десульфуризации тиранов являются превращения в алкены триорганосилилированных тиранов при взаимодействии с триалкиламмонийфторидами [105, 106] и карборанилтиранов с реагентами Гриньяра [186]. Электрофильное десульфирование эпителиадамантилидена осуществлено MeI [221]. Гомолитическое отщепление серы происходит при взаимодействии тиранов с тиокетонами [190].

Алкены из тиранов образуются при взаимодействии с селеноний-идами (частично) [259] и с фосфоний-идами (количественно) [260].

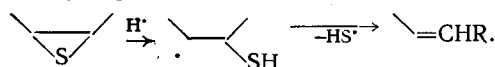


При 20°С этилен-, циклогексен-, *цис*-*транс*-2,3-эпителибутаны и эпителиостероиды количественно десульфуризуются оксазиридинами [261].



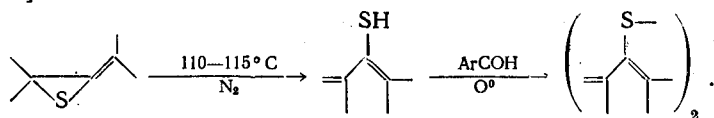
Реакция стереоспецифична и является лучшим методом превращения эпителиосоединений в алкены.

В газовой фазе *цис*-2,3-эпителибутан десульфуризуется атомарным водородом [262]. Количественные характеристики подобных превращений получены для этиленсульфида [263].



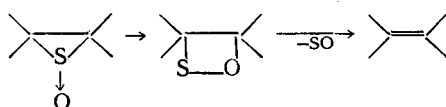
8. Другие гомолитические превращения

Тетраметилалленсульфид при термоллизе превращается в 1,3-диенил-3-тиол [264].



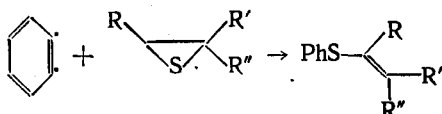
Аналогичный сдвиг атома водорода происходит и при термоллизе этиленсульфида с образованием винилтиола [144, 265].

Взаимодействие эпителиадамантилидена с синглетным кислородом приводит к десульфуризации, образованию S-окиси, диоксетана и эпокиси [266]. Подобные превращения претерпевает 1,2,3-оксидитиолан-2-тион в условиях вакуумного термоллиза [267]. Предполагается, что промежуточно образуются S-окиси.

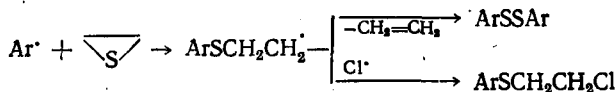


Получение S-окиси диизопропилидентиирана из эпителиосоединения и мета-хлорнадбензойной кислоты сопровождается десульфуризацией [128]. Однако из дидейтеротиирана получена только S-окись [56].

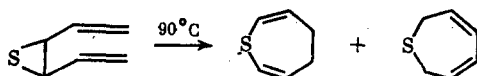
Дегидробензол с тиранами однозначно образует фенилалкенил-сульфиды [268]



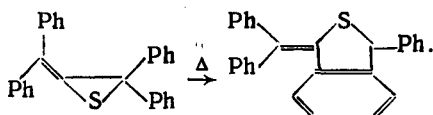
Арильные радикалы (из ArN_2Cl в присутствии CuCl) с этиленсульфидом образуют первичные радикальные частицы, стабилизирующиеся либо элиминированием этилена, либо присоединением атома хлора [269].



Гомолитические превращения тиранов иногда сопровождаются перегруппировками. Термолиз *цис*-дивинилтирана приводит к смеси 2,7- и 4,5-дигидротиепина, а *транс*-дивинилтирана — 2,7- и 2,3-дигидротиепина [53].



Тетраариалленэписульфиды превращаются в производные тиефена [115]

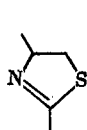


Действие аминов на α -метилтиоглицидами приводит к замещенным 1,2,5,6,9,10-гексациклододеканам [88].

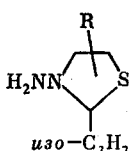
9. Реакции циклоприсоединения

В 1978 г. на большом числе примеров проверены ранние представления о циклоприсоединении тиранов к нитрилам в присутствии сильных кислот [270]. Показана высокая региоселективность этих реакций, приводящих к тиазолиам «нормального» строения (LXIX). Впервые описано [2+3]-циклоприсоединение тиранов по связи $\text{C}=\text{N}$ гидразонов альдегидов [212]. Гидразон изомасляного альдегида в реакциях с этилен-, пропилен- и изобутиленсульфидами образует 3-аминотиазолидины [213]; причем несимметричные тираны дают смесь региоизомеров (LXX) в соотношении 1 : 1.

Описано необычно легкое (20°C , 5 ч) циклоприсоединение этиленсульфида по связи $\text{C}=\text{N}$ алкалоидов из числа C_{20} -дитерпеноидов [271]; при избытке тирана циклоаддукты образуются почти количественно. Систематически изучалось циклоприсоединение тиранов к азометинам [207, 272—274]. В реакции с этилен-, пропилен-, изобутилен- и циклогексенсульфидами вводили N-алкил- и N-арилимины aromaticких альдегидов и ацетона, пирролины, тетрагидропиридины и дигидрохинолины. В результате раскрытия цикла по правилу Красуского образуются смеси *Z*- и *E*-изомеров тиазолидинов типа (LXXI), (LXXII), (LXXIII). Аналогично с основаниями Шиффа взаимодействует диэтилацеталь формилтирана [275].



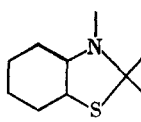
(LXIX)



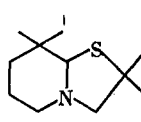
(LXX)



(LXXI)



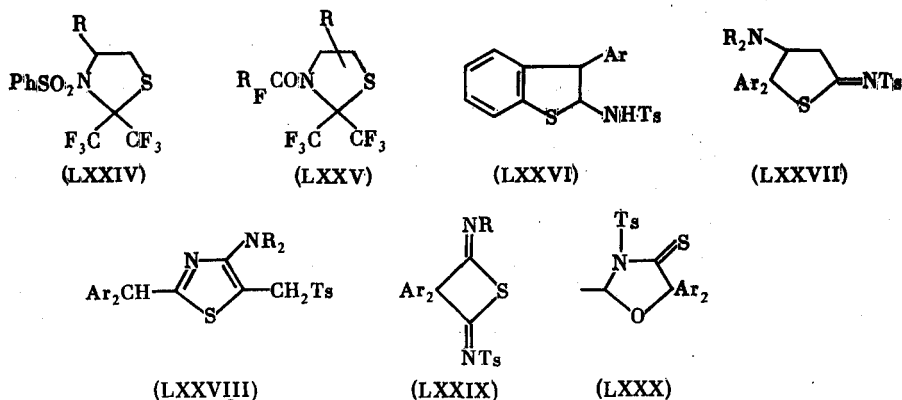
(LXXII)



(LXXIII)

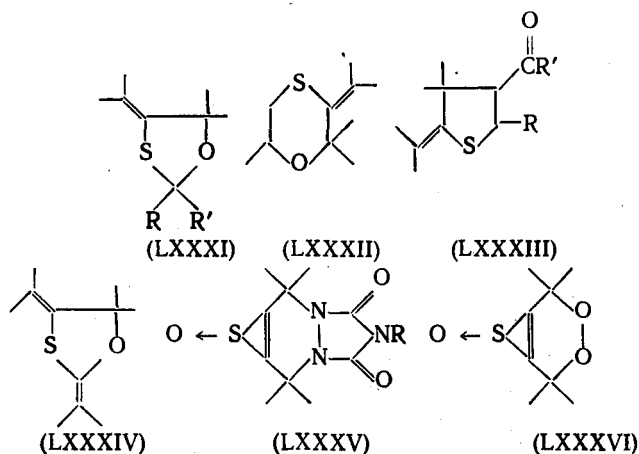
Высокоэлектрофильный бензолсульфонилимин гексафторацетона с тиранами образует циклоаддукты (LXXIV) только в условиях предварительного образования $\pi\pi$ -комплексов (-60°C) [276]. Более электрофильные полифторацелимины гексафторацетона энергично раскрывают цикл этилен- и пропиленсульфида даже при -78°C , что приводит к смеси региоизомеров (LXXV) [277].

Энергично вступают в циклоприсоединение иминотираны (XXXVI), полученные из диарилдiazоалканов и аренсульфонилизотиоцианатов [107, 108, 278, 279]. Благодаря легкому переходу в ациклическое биполярное состояние, они уже в кипящем хлороформе превращаются в 2,3-дигидробензтиофены (LXXVI), при 0°C образуют с енаминами 2-иминопергидротиофены (LXXVII), с инаминами тиазолы (LXXVIII), с изонитрилами дииминотиетаны (LXXIX), а с альдегидами при 20°C оксазолидинтионы (LXXX). Реакции отличаются высокой регио- и стереоселективностью.



Новые типы реакций циклоприсоединения выявлены при изучении реакций алленсульфидов с карбонильными соединениями и оксиранами [280, 281]. Тетраметилалленсульфид взаимодействует с альдегидами и кетонами при нагревании ($110-115^\circ\text{C}$), либо при электрофильном катализе с образованием 1,3-оксатиолонов (LXXXI). Аналогичная реакция с оксиранами приводит к [3+3]-циклоаддукту (LXXXII), с α,β -непредельными кетонами к ацилтиофанам (LXXXIII). Дифенилкетен дает оксатиолан (LXXXIV).

S-Оксид диизопропилидентиирана с диенофилами акцепторного типа при 20°C вступает в реакции Дильса-Альдера. Так, с 1,2,4-триазазолидиндионами она образует [4+2]-циклоаддукт (LXXXV) [282]. Фотоокисление кислородом в присутствии тетрафенилпорфирина также приводит к [4+2]-циклоаддукту (LXXXVI). Последний оказался активным диенофилом, легко вступающим в циклоприсоединение с циклодиенами [283].



Внутримолекулярные реакции циклообразования характерны для термических превращений разнообразных тетраалленсульфидов [115] и дивинилтиранов [53]. Высокотемпературные превращения последних обычно приводят к смесям 4,5-дигидротиопинов, 2-винилтиофена и продуктов десульфуризации. 2-Винил-3-фенилтиран превращается в этих условиях в смесь 2-фенилтиофена и 2-фенил-2,3-дигидротиофена [284].

При гомолитическом раскрытии тиранового цикла в присутствии ароматических соединений отмечали образование [3+2]-циклоаддуктов. Например, при термоллизе тирана в хлорбензоле получен бензтиофен [285].

ЛИТЕРАТУРА

1. Фокин А. В., Коломиец А. Ф. // Химия тиранов. М.: Наука, 1978. 343 с.
2. Vedejs E., Kraft C. A. // Tetrahedron. 1982. V. 38. P. 2857.
3. L'abbe G. // Ibid. 1982. V. 38. P. 3537.
4. Mason T. I. // Heterocyclic Chemistry / Ed. H. Suchitzky. L.: Royal Society of Chem., Burlington House, 1980. V. 1. P. 38.
5. Mason T. I. // Ibid. 1981. V. 2. P. 40.
6. Mason T. I. // Ibid. 1982. V. 3. P. 40.
7. Mason T. I. // Ibid. 1985. V. 4. P. 49.
8. Mason T. I. // Ibid. 1986. V. 5. P. 44.
9. Davis F. A., Sandri E. // Org. Comp. Sulfur., Selenium, Tellurium. L.: The Chemical Soc., Burlington House, 1979. V. 5. P. 187.
10. Venier C. G. // Ibid. 1981. V. 6. P. 207.
11. Zoller U. // The Chemistry of Heterocyclic Compounds / Ed. A. Hassner. N. Y.: Wiley, 1983. V. 42/1. P. 333.
12. Караулова Е. Н. // Успехи химии. 1987. Т. 56. С. 938.
13. Alvarez U., Granados R., Lavilla R. // J. Heterocyclic Chem. 1985. V. 22. P. 745.
14. Танака Т., Ова Х. Пат. 55-139353 Япония // РЖХим., 1982, 10059П.
15. Фасхутдинов Р. М., Паишуров Н. Г., Резник В. С. А. с. 1035023 СССР // Б. И. 1983. № 30.
16. Mohrbacher R., Ho W., Tutwiler G. F. Пат. 4370343 США // С. А. 1983. V. 98, 149595d.
17. Ho W., Tutwiler G. F., Cottrell S. C. et al. // J. Med. Chem. 1986. V. 29. P. 2184.
18. Cottarelli G., Mariani P., Spada G. P. et al. // Tetrahedron. 1983. V. 39. P. 1337.
19. Egawa H. Пат. 59920 Япония // С. А. 1982. V. 97, 227506w.
20. Сорокин М. Ф., Шодэ Л. Г., Бойцова Л. С. и др. // Лакокрасочные материалы и их применение. 1977. С. 11.
21. Сорокин М. Ф., Шодэ Л. Г., Оносова Л. А. и др. // Там же. 1983. С. 9.
22. Кулиев А. М., Денисов Е. Т., Аллахвердиев М. А. и др. А. с. 724504 СССР // Б. И. 1980. № 12.
23. Кулиев А. М., Фарзалиев В. М., Аллахвердиев М. А. и др. А. с. 887566 СССР // Б. И. 1981. № 45.
24. Джафаров В. А., Садых-заде С. И., Кязимов Ш. К. и др. А. с. 660988 СССР // Б. И. 1979. № 17.
25. Сергеев В. А., Неделькин В. И., Шустова Т. В. и др. // Изв. АН СССР. Сер. хим. 1983. С. 1905.
26. Батырова Л. М., Ровкина Н. М., Лопатинский В. П. и др. // XVII Конф. по химии и технол. орг. соедин. серы и сернистых нефтей. Тез. докл. Рига: Зинатне, 1984. С. 191.
27. Жумабаев Ж. Дис. ... канд. хим. наук. М.: ИНХС АН СССР, 1981. 187 с.
28. Мамедов Н. Н. // Исследования в области синтеза полимерных и мономерных продуктов / Под ред. М. М. Гусейнова. Баку: Элм, 1977. С. 105.
29. Джафаров В. А., Кязимов Ш. К., Аббасова С. Д. // Докл. АН АзССР. 1977. Т. 33. С. 49.
30. Шахмалиев А. М., Джафаров В. А., Агакишиева М. А. и др. // Уч. зап. Азерб. ин-та нефти и химии. Сер. 9. 1978. С. 46.
31. Аллахвердиев М. А., Фарзалиев В. М., Халилова А. З. и др. // Журн. орган. химии. 1986. Т. 22. С. 90.
32. Султанов Р. А., Гараманов А. М., Байрамов Г. К. и др. // Журн. общ. химии. 1980. Т. 50. С. 1071.
33. Султанов Р. А., Гараманов А. М., Байрамов Г. К. и др. // Азерб. хим. журн. 1979. С. 126.
34. Аллахвердиев М. А., Халилова А. З., Фарзалиев В. М. и др. // Журн. орган. химии. 1986. Т. 22. С. 2188.
35. Куксо Г. П., Ухова Л. И., Заикин В. Г. // Химия гетероцикл. соединений. 1984. С. 498.
36. Кулиев А. М., Мирзоева М. А., Гусейнов К. З. и др. // Докл. АН АзССР. 1976. Т. 32. С. 27.
37. Гараманов А. М., Байрамов Г. К., Султанов Р. А. // Мономеры и полимеры / Под ред. М. М. Гусейнова. Баку: Элм, 1983. С. 77.
38. Хананашвили Л. М., Ахобадзе Д. Ш., Джаниашвили Л. К. и др. // Сообщ. АН ГССР. 1980. Т. 100. С. 333.
39. Муллин В. А., Золотов А. И., Шишкин В. И. // Изв. вузов. Химия и химич. технология. 1980. Т. 23. С. 41.

40. Казанцев А. В., Шустова Т. В., Захаркин Л. И.//Теоретические основы переработки минерального и органического сырья/Под ред. Р. Г. Омарова. Караганда: Карагандинский ГУ, 1978. С. 63.
41. Тищенко И. Г., Прадин Н., Ревинский И. Ф.//Докл. АН БССР. 1982. Т. 26. С. 1017.
42. Тищенко И. Г., Нахар П., Ревинский И. Ф. и др.//Химия гетероцикл. соединений. 1983. С. 122.
43. Бубель О. И., Тищенко И. Г., Стасевич Г. З. и др.//Там же. 1985. С. 1322.
44. Haviv F., Belleau B.//Can. J. Chem. 1978. V. 56. P. 2677.
45. Куранова И. Л., Снеткова Е. В., Гиндин В. А.//Вестн. ЛГУ. Физика. Химия. 1978. С. 140.
46. Тыворский В. И., Тищенко И. Г., Станисhevский Л. С.//Изв. АН БССР. Сер. хим. 1980. С. 76.
47. Аллахвердиев М. А., Фарзалиев В. М., Мамедов Ч. И.//Химия гетероцикл. соединений. 1985. С. 1319.
48. Безуглый Ю. В., Тухарь А. А., Безменова Т. Э.//Укр. хим. журн. 1983. Т. 48. С. 1307.
49. Prinzbach H., Bohm H. P., Kagabu S. et al.//Tetrahedron Lett. 1978. P. 1243.
50. Brimeyer M. O., Mehrot R. A., Quici S. et al.//J. Org. Chem. 1980. V. 45. P. 4254.
51. Абдуллабеков И. М., Агаев Ф. Г., Шабанов А. А. и др.//Докл. АН АзССР. 1978. Т. 34. С. 30.
52. Schreuers P. H. M., Jong A. J., Brandsma L.//Rec. trav. chim. 1976. V. 95. P. 75.
53. Schneider M. P., Schnaitmann M.//J. Amer. Chem. Soc. 1979. V. 101. P. 254.
54. Kloc K., Kubicz E., Mlochowski J.//Heterocycles. 1984. V. 22. P. 2517.
55. Rajanikanth B., Ravindranath B.//Indian J. Chem. 1984. V. 23B. P. 879.
56. Aalbersberg W. G. L., Vollhardt K. P.//Isr. J. Chem. 1981. V. 21. P. 145.
57. Bouda H., Borredon M. E., Delmas M. et al.//Synth. Commun. 1987. V. 17. P. 943.
58. Безменова Г. Э., Тухарь А. А., Безуглый В. И.//Химия гетероцикл. соединений. 1983. С. 1630.
59. Childers W. E., Robinson C. H.//Chem. Commun. 1987. P. 320.
60. Хардин А. П., Тужиков О. И.//Журн. Всесоюз. хим. о-ва им. Д. И. Менделеева. 1977. Т. 22. С. 458.
61. Нуретдинова О. Н., Новикова В. Г.//Изв. АН СССР. Сер. хим. 1982. С. 2363.
62. Аллахвердиев М. А., Фарзалиев В. М., Халилова А. З.//Журн. орган. химии. 1984. Т. 20. С. 1350.
63. Barberi G.//J. Organometal. Chem. 1976. V. 117. P. 157.
64. Cambie R. G., Mayer G. D., Rutledge P. S. et al.//J. Chem. Soc. Perkin Trans. I. 1981. P. 52.
65. Корожкин Н. И., Колосин А. И. Рециклизация эпоксидов в гетерилтираны под действ. циклич. тиамидов. М., 1986. 25 с. Деп. ВИНТИ 15.09.1986, № 2692Б; РЖХим. 1986. 23Ж351.
66. Рожкова Н. К., Сабиров К., Сейжаниди//Химия гетероцикл. соединений. 1983. С. 1479.
67. Takedo T., Kabayashi Y., Itabashi K.//Synthesis. 1986. P. 779.
68. Calo V., Lopez L., Pesce G.//Gazz. chim. ital. 1979. V. 109. P. 703.
69. Lippmann E., Reijgerste D., Kleinpeter E.//Z. Chem. 1977. B. 17. S. 60.
70. Фокин А. В., Коломиец А. Ф., Федюшина Т. И.//Докл. АН СССР. 1976. Т. 227. С. 104.
71. Казанцев А. В., Шустова Т. В.//Теоретические основы переработки минерального и органического сырья./Под ред. Р. Г. Омарова. Караганда: Карагандинский ГУ, 1977. С. 79.
72. Захаркин Л. И., Шустова Т. В., Казанцев А. В.//Журн. общ. химии. 1981. Т. 51. С. 1071.
73. Безуглый Ю. В., Тухарь А. А., Слуцкий В. И. и др.//Укр. хим. журн. 1983. Т. 49. С. 293.
74. Беккер Р. А., Попкова В. Я., Кнуляц И. Л.//Изв. АН СССР. Сер. хим. 1983. С. 1688.
75. Беккер Р. А., Попкова В. Я., Розов Л. А. и др.//Там же. 1984. С. 2558.
76. Куранова И. Л., Шестакова Н. Н.//Журн. орг. химии. 1984. Т. 20. С. 1392.
77. Танди В. П., Гукасов А. Ф., Орлова Г. И. и др.//Химия гетероцикл. соединений. 1982. С. 751.
78. Dieter H., Reiner F.//Angew. Chem. 1977. B. 89. S. 478.
79. Cambie R., Rutledge P., Strange G.//Heterocycles. 1982. V. 19. P. 1501.
80. Ткаченко С. Е., Лыс Я. И., Чурилин В. С. и др.//XVI Конф. по химии и технологии органических соединений серы и сернистых нефтей. Тез. докл. Рига: Зинатне, 1984. С. 233.
81. Sotova K., Yamado M., Takamoto T.//Synthesis. 1977. P. 884.
82. Пушин А. Н., Ткаченко С. Е., Федосеев В. М.//Изв. АН СССР. Сер. хим. 1986. С. 733.
83. Yano Y., Kurashima A., Tagaki W.//Bull. Chem. Soc. Jap. 1979. V. 52. P. 2739.
84. Bombola M. U., Ley S. V.//J. Chem. Soc. Perkin Trans. I. 1979. P. 3013.
85. Leininger H., Kemmer P., Beck K. et al.//Chem. Ber. 1982. B. 115. S. 3213.
86. Каримова Н. М., Линькова М. Г., Кильдишева О. В.//Изв. АН СССР. Сер. хим. 1978. С. 229.
87. Шилова Е. В., Быстрова В. М., Каримова Н. М. и др.//Там же. 1986. С. 732.
88. Каримова Н. М., Линькова М. Г., Калюжная Н. В. и др.//Там же. 1985. С. 382.
89. Johnson S. R., Tanaka K.//Synthesis. 1976. P. 413.

90. Meyers A. J., Ford M. E.//J. Org. Chem. 1976. V. 41. P. 1735.
91. Meyers A. J., Mihelich E. D.//Angew. Chem. Int. Ed. 1976. V. 15. P. 270.
92. Tanaka K., Yamagishi N., Tanikaga R. et al.//Bull. Chem. Soc. Jap. 1979. V. 52. P. 3619.
93. Tanaka K., Tanikaga R., Kaji A.//Chem. Lett. 1976. P. 917.
94. Kenso S., Teruaki M.//Bull. Chem. Soc. Jap. 1979. V. 52. P. 3371.
95. Reitz D., Beak P., Farney R. et al.//J. Amer. Chem. Soc. 1978. V. 100. P. 5428.
96. Нуретдинова О. Н., Гусева Ф. Ф.//Изв. АН СССР, Сер. хим. 1978. С. 2142.
97. Фасхутдинов Р. М., Пашкуров Н. Г., Розник В. С.//Там же. 1986. С. 1634.
98. Gunter H., Manfred M.//Tetrahedron Lett. 1978. P. 341.
99. Kalwinski I., Xingua L., Gottstein Y. et al.//J. Amer. Chem. Soc. 1981. V. 103. P. 7032.
100. Kalwinski I., Huisgen R.//Tetrahedron Lett. 1981. V. 22. P. 3941.
101. Huisgen R., Xingua L.//Heterocycles. 1983. V. 20. P. 2363.
102. Sidky M. M., Mahran M. R., Abdou W. M.//Egypt. J. Chem. 1981. (1982). V. 24. P. 453.
103. El-Sharief A. M. Sh., Hammad N. E.//Indian J. Chem. 1981. V. 20B. P. 1039.
104. Кочеркин Н. А., Усов В. А., Цеглина Е. О. и др.//Химия гетероцикл. соединений. 1978. С. 36.
105. Bonini B. F., Mazzanti G., Sarti S. et al.//Chem. Commun. 1981. P. 822.
106. Barbaro G., Battaglia A., Giorgianni G. et al.//J. Chem. Soc. Perkin Trans. I. 1986. P. 381.
107. L'abbe G., Dekerk J. P., Declercq J. P. et al.//Angew. Chem. 1978. B. 90. S. 207.
108. L'abbe G., Dekerk J. P., Martens C. et al.//J. Org. Chem. 1980. V. 45. P. 4366.
109. Bushly P. J., Pollard M. D.//J. Chem. Soc. Perkin Trans. I. 1979. P. 2401.
110. Zeid J., Yassin, El-Sakka J.//Liebigs Ann. Chem. 1984. S. 191.
111. Friedrichsen W., Betz M., Büldt E. et al.//Ibid. 1978. S. 440.
112. Maynard S. K.//J. Org. Chem. 1979. V. 44. P. 632.
113. Manfred A., Fritz V.//Chem. Ber. 1979. B. 112. S. 137.
114. Tashiro M., Mataka S., Ischi S.//Heterocycles. 1979. V. 12. P. 184.
115. Furuhashi T., Wataru A.//Tetrahedron Lett. 1987. V. 28. P. 1179.
116. Schaumann E., Behr H., Adwidjaja G. et al.//Tetrahedron. 1981. V. 37. P. 219.
117. Quast H., Kees F.//Chem. Ber. 1981. B. 114. S. 787.
118. Сокольский Г. А., Павлов В. М., Головкин В. М. и др.//Химия гетероцикл. соединений. 1974. С. 42.
119. Ермолов А. Ф., Елеев А. Ф., Кутепов А. П. и др.//Журн. орган. химии. 1986. Т. 22. С. 222.
120. Девеки А. В., Кошелов Ю. Н., Малов Ю. И.//Там же. 1983. Т. 19. С. 935.
121. Humphreys D. J., Nevall C. E., Philipps G. H. et al.//J. Chem. Soc. Perkin Trans. I. 1978. P. 45.
122. Kellog R. M., Noteboom M., Kaiser Y. K.//Tetrahedron. 1976. V. 32. P. 1641.
123. Krebs A., Rüger W., Nichel W. H.//Tetrahedron Lett. 1981. V. 22. P. 4937.
124. Block E., Penn R. S., Ennis M. D. et al.//J. Amer. Chem. Soc. 1978. V. 100. P. 7436.
125. Jongejan E., Buys T. S. V., Steinberg H. et al.//Rec. trav. chim. 1976. V. 97. P. 214.
126. Hortmann A. G., Bhattacharjya A.//J. Amer. Chem. Soc. 1976. V. 98. P. 7081.
127. Quasi H., Fuss A.//Angew. Chem. 1981. B. 93. S. 293.
128. Ando W., Hanyu Y., Takata T.//Tetrahedron Lett. 1981. V. 22. P. 4815.
129. Ando W., Hanyu Y., Kumamoto Y. et al.//Tetrahedron. 1986. V. 42. P. 1989.
130. Block E., Corey E. R., Penn R. E. et al.//J. Amer. Chem. Soc. 1982. V. 104. P. 3119.
131. Schork R., Sundermeyer W.//Chem. Ber. 1985. B. 118. S. 1415.
132. Cameron T. B., Pinnick H. W.//J. Amer. Chem. Soc. 1980. V. 102. P. 744.
133. Ando W., Hatakeyama H., Tokito N.//Tetrahedron Lett. 1987. V. 28. P. 1803.
134. Ando W., Itami A., Furuhashi T. et al.//Ibid. 1987. V. 28. P. 1787.
135. Suzuki N., Kuroyanagi K., Sakakibara Y. et al.//Res. Rept. Fac. Eng., Mich. Univ. 1983. V. 8. P. 43; РЖХим. 1984. 14Ж109.
136. Kitaro O., Akira D., Shiji H.//Tetrahedron Lett. 1980. V. 21. P. 3579.
137. Арбузов Б. А., Полежаева Н. А., Агафонов М. Н.//Изв. АН СССР, Сер. хим. 1977. С. 1399.
138. Левченко Е. С., Будник Л. В.//Журн. орган. химии. 1979. Т. 15. С. 748.
139. Senning A.//Bull. Soc. chim. belg. 1980. V. 89. P. 781.
140. Inoue S., Tezuka T., Oae S.//Phosphorus and Sulfur. 1978. V. 4. P. 219.
141. Emsley J., Griffiths D. W., Jayne G. J. J.//J. Chem. Soc. Perkin Trans. I. 1979. P. 228.
142. Kutlu H., Doga. 1979. V. 3. (2). P. 71; C. A. 1979. 211321x.
143. Peppard T. L., Sharpe F. R., Elvidge J. A.//J. Chem. Soc. Perkin Trans. I. 1979. P. 311.
144. Sherwood A. G., Safarik J., Verkoczy B. et al.//J. Amer. Chem. Soc. 1979. V. 101. P. 3000.
145. Минаев Б. Ф. Автореф. дис. ... докт. хим. наук. М.: ИХФ АН СССР, 1983. 52 с.
146. Султанов Р. А., Гараманов А. М., Байрамов Г. К.//Журн. общ. химии. 1978. Т. 48. С. 2141.
147. Акперов Н. А.//Матер. II республ. конф. молодых ученых-химиков. Тез. докл. Баку, 1986. С. 107.
148. Шустова Т. В.//Изв. АН Каз. ССР, Сер. хим. 1982. С. 62.
149. Нуретдинова О. Н., Гусева Ф. Ф.//Изв. АН СССР, Сер. хим. 1976. С. 662.
150. Строкин Ю. В., Халиulin А., Катаев В. А.//Научн. технич. совещ. по химич. реактивам. Тез. докл. Уфа, 1986. С. 90.
151. Jensen F., Foote G. S.//J. Amer. Chem. Soc. 1987. V. 109. P. 1478.

152. Kobayashi Y., Kumadaki I., Ohsawa A. et al.//Ibid. 1977. V. 99. P. 7350.
153. Lipplies M. F., De Vos Marie J., Bruce T. C.//J. Org. Chem. 1985. V. 50. P. 3228.
154. Singh S., Nummesgern H., Schaumann E. et al.//Ibid. 1985. V. 50. P. 4799.
155. Schaumann E., Nummesgern H., Adiwidjaja G.//Angew. Chem. 1982. B. 94. S. 706.
156. Vedejs E., Perry D. A., Wilde R.//J. Amer. Chem. Soc. 1986. V. 108. P. 2985.
157. Ohno A., Uohama M., Nakamura K. et al.//J. Org. Chem. 1979. V. 44. P. 2244.
158. Barltrop J. A., Day A. C., Irving E.//Chem. Commun. 1979. P. 881.
159. Barltrop J. A., Day A. C., Irving E.//Ibid. 1979. P. 966.
160. Maycock C. D., Stoodley R. J.//Ibid. 1976. P. 234.
161. McCabe P. H., Livingston C. M., Stewart A.//Ibid. 1977. P. 661.
162. Tolstikov G. A., Lerman B. M., Umanskaja L. J. et al.//Tetrahedron Lett. 1980. V. 21. P. 4189.
163. Толстиков Г. А., Лерман Б. М.//Изв. АН СССР. Сер. хим. 1986. С. 617.
164. Толстиков Г. А., Лерман Б. М., Уманская Л. И. и др.//Там же. 1982. С. 661.
165. Беккер Р. А., Попкова В. Я., Кнуляни И. Л.//Там же. 1980. С. 1692.
166. Беккер Р. А., Розов Л. А., Попкова В. Я.//Там же. 1983. С. 2575.
167. Baldwin J. E., Hesson D. P.//Chem. Commun. 1976. P. 667.
168. Robinson R. L., Kelly J. W., Evans S. A.//Phosphorus Sulfur Relat. Elem. 1987. V. 31. P. 59.
169. Hiroyuki M., Oae S.//Heterocycles. 1977. V. 6. P. 1593.
170. Funahashi K.//Chem. Lett. 1978. P. 1043.
171. Фокин А. В., Коломиец А. Ф., Рудницкая Л. С.//Изв. АН СССР. Сер. хим. 1974. С. 2841.
172. Родин А. А., Вьюнов К. А., Гинак А. И. и др.//Журн. орган. химии. 1979. Т. 15. С. 1272.
173. Родин А. А., Вьюнов К. А., Гинак А. И.//Там же. 1979. Т. 15. С. 2252.
174. Родин А. А., Саркисов Ю. С., Вьюнов К. А. и др.//Там же. 1981. Т. 17. С. 1870.
175. Родин А. А., Вьюнов К. А., Гинак А. И.//Там же. 1982. Т. 18. С. 411.
176. Родин А. А., Вьюнов К. А., Гинак А. И.//Там же. 1982. Т. 18. С. 2411.
177. Вергизова Т. В., Вьюнов К. А., Родин А. А.//Там же. 1983. Т. 19. С. 1322.
178. Вергизова Т. В., Вьюнов К. А., Родин А. А. и др.//Там же. 1983. Т. 19. С. 2424.
179. Вергизова Т. В., Вьюнов К. А., Родин А. А. и др.//Там же. 1984. Т. 20. С. 2220.
180. Вергизова Т. В., Родин А. А., Фролова Г. М. и др.//Там же. 1985. Т. 21. С. 1210.
181. Вергизова Т. В., Родин А. А., Вьюнов К. А.//Там же. 1986. Т. 22. С. 1396.
182. Саркисов Ю. С., Вьюнов К. А., Гинак А. И. и др.//Изв. вузов. Химия и химич. технология. 1985. Т. 28. С. 21.
183. Suchara Y., Taguchi Y.//Yukagajku. 1976. V. 25. P. 848.
184. Taguchi Y., Suchara Y.//Ibid. 1982. V. 31. P. 383; С. А. 1982. V. 97. 182114у.
185. Казанцев А. В., Шустова Т. В., Захаркин Л. И.//Изв. АН СССР. Сер. хим. 1982. С. 2134.
186. Казанцев А. В., Шустова Т. В., Антонович В. А. и др.//Журн. общ. химии. 1984. Т. 54. С. 579.
187. Камерницкий А. В., Турута А. М., Устынюк Т. К. и др.//Изв. АН СССР. Сер. хим. 1979. С. 180.
188. Камерницкий А. В.¹, Турута А. М., Устынюк Т. К.//Там же. 1976. С. 2078.
189. Chantal B. P.//Macromol. Chem. 1986. V. 182. P. 2841.
190. Huisgen R., Raap J.//J. Amer. Chem. Soc. 1987. V. 109. P. 902.
191. Taguchi Y., Yanagiya K., Shibuya K. et al.//Bull. Chem. Soc. Jap. 1987. V. 60. P. 727.
192. Sakuji I., Kazuo S. Пат. 2558370 ФРГ//РЖХим. 1978. 15Н85П.
193. Kakiuchi H., Ijima T., Horie H.//Tetrahedron. 1979. V. 35. P. 303.
194. Champseix A., Chanet J., Etienna A. et al.//Bull. Soc. chim. France. 1985. P. 463.
195. Taguchi Y., Suchara Y.//Какаку гидзюцу кэнкюсе хококу. J. Nat. Chem. Lab. Ind. 1985. V. 80. P. 51; РЖХим. 1985. 18Ж62.
196. Джафаров В. А., Кязимов Ш. К., Аббасов С. Д. и др.//Научн. тр. Азерб. инсттута нефти и химии. 1979. С. 65.
197. Джафаров В. А., Агакишиева М. А.//Синтез и превращения гетероатомсодержащих органич. соединений/Под ред. Ф. Ф. Муганлинского. Баку: АЗИНефтехим, 1981. С. 132.
198. Гвердцители И. М., Гелашвили Е. С., Яшвили Н. М.//Сообщ. АН ГССР. 1977. Т. 85. С. 357.
199. Яшвили Н. М., Гелашвили Е. С., Гвердцители И. М. и др.//Тр. Тбилис. ун-та. 1983. Т. 240. С. 49.
200. Гвердцители И. М., Яшвили Н. М., Гелашвили Е. С.//Сообщ. АН ГССР. 1977. Т. 85. С. 85.
201. Жданов Ю. А., Левитан Г. Е.//Журн. общ. химии. 1979. Т. 49. С. 1665.
202. Жданов Ю. А., Левитан Г. Е.//Докл. АН СССР. 1981. Т. 256. С. 1394.
203. Жданов Ю. А., Левитан Г. Е.//Журн. общ. химии. 1982. Т. 52. С. 2654.
204. Куранова И. Л., Снеткова Е. В.//Вестн. ЛГУ. Физика. Химия. 1978. С. 130.
205. Куранова И. Л., Снеткова Е. В.//Журн. орган. химии. 1978. Т. 14. С. 2460.
206. Куранова И. Л., Снеткова Е. В.//Там же. 1985. Т. 21. С. 1221.
207. Kaafarani M., Crozet M. P., Surzur J. M.//Bull. Soc. chim. France. 1981. P. 449.
208. Crozet M. P., Kaafarani M., Kassar W. et al.//Tetrahedron Lett. 1982. V. 23. P. 5039.
209. Потехин А. А., Шевченко С. М., Вахитов Т. Я. и др.//Химия гетероцикл. соединений. 1978. С. 1568.
210. Потехин А. А., Зенкевич И. Г., Соколов В. В. и др.//Журн. орган. химии. 1980. Т. 16. С. 1952.

211. Потехин А. А., Шевченко С. М., Вахитов Т. Я. и др.//Химия гетероцикл. соединений. 1981. С. 1217.
212. Шевченко С. М., Потехин А. А.//Там же. 1978. С. 1569.
213. Шевченко С. М., Потехин А. А.//Там же. 1979. С. 1637.
214. Karlin K. D., Lippard S. J.//J. Amer. Chem. Soc. 1976. V. 98. P. 6951.
215. Nishizawa M., Yokoyama T., Kimura T. et al.//Polyhedron. 1986. V. 5. P. 2047.
216. Yamagato K., Tomioko T., Yamazaki T. et al.//Chem. and Pharm. Bull. 1982. V. 30. P. 4396.
217. Wamhoff H., Thiemig H. A.//Chem. Ber. 1985. B. 118. S. 4473.
218. Taguchi Y., Suchara Y.//Bull. Chem. Soc. Jap. 1986. V. 59. P. 2321.
219. Yoshida Y., Komatsu M., Ohshiro Y. et al.//J. Org. Chem. 1979. V. 44. P. 830.
220. Schölkopf U., Jentsch R., Madawinata K.//Lieb. Ann. Chem. 1979. P. 451.
221. Толстиков Г. А., Лерман Б. М., Уманская Л. Н.//Изв. АН СССР. Сер. хим. 1982. С. 1367.
222. Ongona P., Mauze B., Miginiac L.//Synthesis. 1985. P. 1069.
223. Bonini B. F., Massagnani G., Mazzanti G.//Tetrahedron Lett. 1979. P. 3987.
224. Кривоногов В. П., Дронов В. И., Нигматуллина Р. Ф.//Химия гетероцикл. соединений. 1977. С. 1622.
225. Дронов В. И., Кривоногов В. П.//Органические соединения серы. Т. 2. Рига: Знание, 1980. С. 58.
226. Dittmer D. S., McCaskie J. E., Babiarz J. E. et al.//J. Org. Chem. 1977. V. 42. P. 1910.
227. Taddei M., Papine A., Seconi G.//Tetrahedron Lett. 1983. V. 24. P. 2311.
228. Mordini A., Taddei M., Seconi G.//Gazz. chim. Ital. 1986. V. 116. P. 239.
229. Barrau J., Bouchaut M., Lavayssiere H. et al.//Helv. Chim. acta. 1979. V. 62. P. 152.
230. Barrau J., Bouchaut M., Lavayssiere H. et al.//J. Organometal. Chem. 1983. V. 243. P. 281.
231. Barrau J., Rima G., Lavayssiere H. et al.//Ibid. 1983. V. 246. P. 227.
232. Alper H., Paik H. N.//J. Org. Chem. 1977. V. 42. P. 3522.
233. Calet S., Alper H.//Tetrahedron Lett. 1986. V. 27. P. 3573.
234. Calet S., Alper H., Pettrignani J. F. et al.//Organometallics. 1987. V. 6. P. 1625.
235. Шустова Т. В. Дис. ... канд. хим. наук. Ташкент: Ташкентский ГУ, 1985. 137 с.
236. Пикишлинкаяте Ю. В., Красильникова Г. К., Кульдишева О. В.//Новые аналоги таурина и гомотаурина. М., 1981. 11 с.—Деп. в ВИНТИ 25.05.1981, № 2404-81Д; РЖХим. 1982. 4Ж219.
237. Коломиец А. Ф., Фокин А. В., Кролевец А. А.//Изв. АН СССР. Сер. хим. 1978. С. 1468.
238. Куранова И. Л., Сметкова Е. В.//Журн. орган. химии. 1978. Т. 14. С. 2165.
239. Ando W., Nanyu Y., Furihata T. et al.//J. Amer. Chem. Soc. 1983. V. 105. P. 6151.
240. Батырова Л. М., Ровкина Н. М., Лопатинский В. П. и др. Взаимодействие карбазолиптирана с кислотами. Черкассы, 1984. 2 с.—Деп. в ВИНТИ 22.02.1984, № 120 2хп-84Д; РЖХим. 1985. 7С356.
241. Taguchi Y., Suchara Y.//Какакү гидзюцу кэнкюдзе хококу. 1986. V. 81. P. 1. РЖХим. 1986. 14Ж123.
242. Taguchi Y., Suchara Y.//Юкакакү. 1985. V. 34. P. 441; РЖХим. 1986. 7Ж138.
243. Taguchi Y., Suchara Y.//Yukagaku. 1980. V. 29. P. 912; С. А. 1981. 174260г.
244. Бяшимов К., Нудельман Э. Н., Кулиев А. М. и др.//Изв. АН ТССР. Сер. физ.-техн., хим. и геол. наук. 1980. С. 116.
245. Taguchi Y., Suchara Y.//Yukagaku. 1979. V. 28. P. 270; РЖХим. 1980. 3Ж150.
246. Taguchi Y., Suchara Y.//Kagaku Gijutsu Kenkyushi Hokoku. 1980. V. 75. P. 135; РЖХим. 1981. 10Ж78.
247. Akira H., Yoshibumi K., Hisashi K. et al.//Carbohydr. Research. 1978. V. 63. P. 131.
248. Гурбанов П. А., Мовсумзаде М. М., Сеидов М. А. и др.//Азерб. хим. журн. 1977. С. 61.
249. McCabe P. H., Stewart A.//Chem. Commun. 1980. P. 100.
250. Apple R., Gläsel V. J.//Z. Naturforschung. 1981. B. 36b. S. 447.
251. Кролевец А. А., Антипова В. В., Попов А. Г.//Журн. общ. химии. 1986. Т. 56. С. 2040.
252. Руставичюс А. Я., Мосолис В. В.//Тр. АН Латв. ССР. 1982. В. С. 29.
253. Каримова Н. М., Кузина Л. П., Кульдишева О. В.//Изв. АН СССР. Сер. хим. 1985. С. 2630.
254. Lutz E., Bieltmann J. F.//Tetrahedron Lett. 1985. V. 26. P. 2789.
255. Bonini B. F., Foresti E., Leardini R. et al.//Ibid. 1984. V. 25. P. 445.
256. Abdel-Megeid F. M. E., Elbarbaui A. A., Gad F. A.//Pol. J. Chem. 1979. V. 53. P. 1877.
257. Schauder J. R., Denis J. N., Krieb A.//Tetrahedron Lett. 1983. V. 24. P. 1657.
258. Шустова Т. В.//X Республиканская научно-практическая конф. молодых ученых и специалистов химиков Казахстана. Тез. докл. Алма-Ата: Наука, 1978. С. 95.
259. Tamagaki S., Tamura K., Kozuka S.//Chem. Lett. 1977. P. 375.
260. Okuma K., Yamasaki Y., Komiya T. et al.//Ibid. 1987. P. 357.
261. Yoshiheru H., Masamichi W.//J. Org. Chem. 1980. V. 45. P. 1691.
262. Nishina J., Yamada M.//Nippon Kagaku Kaishi. 1982. P. 1735.
263. Lee H. J., Stief L. J.//J. Chem. Phys. 1977. V. 67. P. 1705.
264. Furihata T., Ando W.//Tetrahedron. 1986. V. 42. P. 5301.
265. Дерягина Э. Н., Сухомазова Э. Н., Банникова О. Б. и др.//Изв. АН СССР. Сер. хим. 1979. С. 2103.

266. Ando W., Sonobe H., Akasaka T.//Tetrahedron Lett. 1986. V. 27. P. 4473.
267. Carlsen L., Egsgaard H.//J. Chem. Soc. Perkin Trans. II. 1982. P. 279.
268. Nakayama J., Takene S., Hoshino M.//Tetrahedron Lett. 1984. V. 25. P. 2679.
269. Фрейдлина Р. Х., Копылова Б. В., Яшкина Л. В.//XIV Научная сессия по химии и технологии органических соединений серы и сернистых нефтей. Тез. докл. Рига: Зинатне, 1976. С. 114.
270. Maguet M., Guglielmetti R.//Bull. Soc. chim. France. 1978. P. 539.
271. Pelletier S. W., Nowacki I., Mody N. W.//Synth. Commun. 1979. V. 9. P. 201.
272. Соколов В. В., Оглоблин К. А., Потехин А. А.//Химия гетероцикл. соединений. 1980. С. 1569.
273. Соколов В. В., Оглоблин К. А., Потехин А. А.//Там же. 1982. С. 627.
274. Потехин А. А., Соколов В. В., Оглоблин К. А. и др.//Там же. 1983. С. 776.
275. Тищенко И. Г., Нахер С., Бубель О. Н.//Вестн. Белорус. Ун-та. 1986. Сер. 2. С. 75.
276. Фокин А. В., Коломиец А. Ф., Ильин Г. Ф. и др.//Изв. АН СССР. Сер. хим. 1982. С. 1872.
277. Крюков Л. Н., Крюкова Л. Ю., Коломиец А. Ф.//Журн. Всесоюз. хим. о-ва им. Д. И. Менделеева, 1986. Т. 31. С. 112.
278. L'abbe G., Dekerk J. P., Toppet S. et al.//Tetrahedron Lett. 1979. P. 1819.
279. L'abbe G., Dekerk J. P.//Ibid. 1979. P. 3213.
280. Ando W., Furuhashi T., Hanya Y. et al.//Ibid. 1984. V. 25. P. 411.
281. Ando W., Furuhashi T.//Nippon Kagaku Kaishi. 1987. P. 1293.
282. Ando W., Hanya Y., Takata T. et al.//J. Amer. Chem. Soc. 1982. V. 104. P. 4981.
283. Ando W., Hanya Y., Takata T.//Tetrahedron Lett. 1984. V. 25. P. 1483.
284. Pommelet J. C., Chucho J.//J. Chem. Research (E). 1979. P. 56.
285. Сухомазова Э. Н., Дерягина Э. Н., Воронков М. Г.//Журн. орган. химии. 1980. Т. 16. С. 405.

Институт элементоорганических соединений
им. А. Н. Несмеянова АН СССР, Москва