

С. С. Мочалов, Р. А. Газзаева^а

**АРИЛЦИКЛОПРОПАНЫ В СИНТЕЗЕ
АЗОТ- И КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИХ ГЕТЕРОЦИКЛОВ**

(ОБЗОР)

Рассмотрены методы получения азот- и кислородсодержащих гетероциклов на основе внутри- и межмолекулярных реакций функционально замещенных арилциклопропанов.

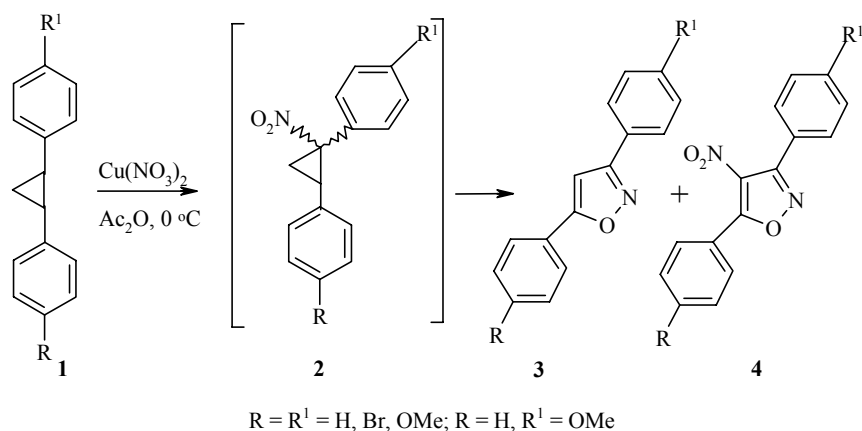
Ключевые слова: 2-алкокси-2-метил-(2-пропионилфениламино)индолины, арилциклопропаны, 1,4-бензодиазепиноны, бензо[с]изоксазолы, 4Н-3,1-бензоксазины, бутиролактоны, 3,4-дигидроизокумарины, 3,4-дигидроизохинолин-1(2Н)-оны, дигидроиндолы, изоксазолы, изоксазолины, индазолы, индолы, 2-нитрозоацилбензолы, фталиды, хинолины, внутримолекулярные перегруппировки.

В последнее время значительное внимание уделяется разработке новых путей синтеза азот- и кислородсодержащих гетероциклов, являющихся, как правило, фармакофорными фрагментами либо известных синтетических лекарственных препаратов, либо природных биологически активных органических соединений. В принципе, развитие новых направлений в этой области химии может быть следствием как создания новых схем формирования гетероциклов, так и синтеза уникальных и легкодоступных исходных соединений, способных известными путями трансформироваться в желаемые азот- и кислородсодержащие гетероциклы. В подтверждение сказанного было, например, показано, что относительно легкодоступные функционально замещенные арилциклопропаны могут с успехом использоваться в синтезе самых разнообразных азот- и кислородсодержащих гетероциклов. При этом указанные арилциклопропаны способны трансформироваться в соответствующие гетероциклические соединения либо непосредственно, либо путем последовательных превращений продуктов их первичных реакций. Анализ работ этого плана и посвящен предлагаемый обзор.

1. Прямая трансформация замещенных арилциклопропанов в гетероциклы

Первые данные о прямой трансформации арилциклопропанов в гетероциклические системы были получены в 1976 г. [1]. При попытке осуществить электрофильное нитрование 1,2-дифенилциклопропана авторы неожиданно выделили 3,5-дифенилизоксазол **3** ($R = R^1 = H$) и его 4-нитрозозамещенный

аналог **4**, при этом геометрия исходных углеводородов практически не влияла на направление реакции. Дальнейшие исследования [2, 3] показали, что этот тип превращения носит общий характер.

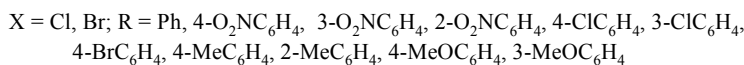
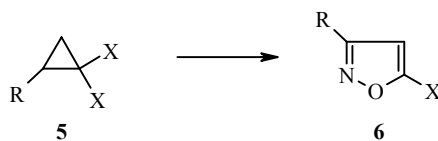


При выяснении механизма реакции были получены подтверждения [2, 3], что за процесс образования изоксазолов **3**, **4** ответственны нитроциклопропаны типа **2**, возникающие на начальном этапе реакции.

Важно отметить, что превращение арилированных циклопропанов под действием нитрата меди в уксусном ангидриде реализуется лишь для 1,2-дифенилциклопропанов. Например, 2-метил-1-фенилциклопропан или 1-фенил-2-циклогексилциклопропан в указанных условиях нитруются только в бензольное кольцо [3].

Прямую трансформацию моноариллированных циклопропанов в изоксазолы также под действием нитрующего реагента осуществили только в 1992 г.

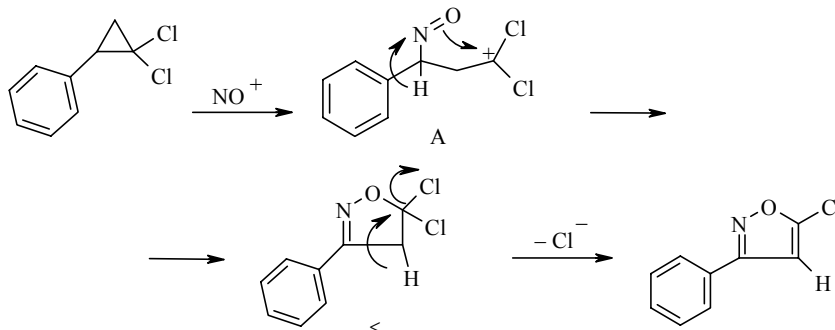
Под действием нитрующей смеси 1,1-дигалоген-2-фенилциклопропаны **5**, содержащие в ароматическом ядре сильные электроноакцепторные заместители (NO₂, CN), превращаются в галогензамещенные изоксазолы **6** [4–6]. Позднее те же исследователи [7] обнаружили, что аналогичная реакция 2-арил-1,1-дигалогенциклопропанов с высокими выходами протекает и под действием борфторида нитрозония в ацетонитриле при 20 °С.



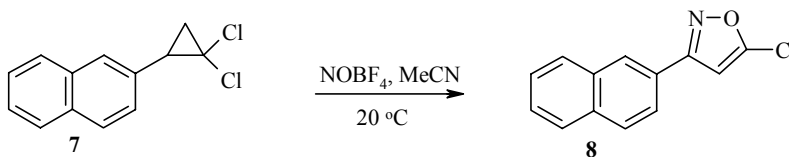
Важно подчеркнуть, что в эту реакцию могут вступать и монозамещенные галогенциклопропаны, однако выходы целевых веществ в этом случае существенно ниже и не превышают 45% [7].

Интересно, что инициирует эту реакцию нитрозилкатион, который является довольно слабым электрофилом. Очевидно, решающую роль в

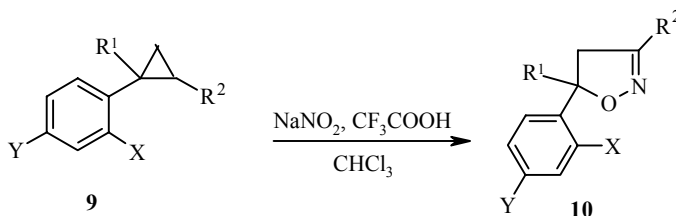
найденном превращении относительно слабоактивированных к электрофильному присоединению 1,1-дигалогенциклопропанов играют высокая стабильность иона **A** и необратимая в принятых условиях трансформация интермедиатов (типа **B**) в ароматический продукт реакции.



На примере β-(2,2-дихлор)циклопропилнафталина **7** авторы [7] показали, что в данных условиях дигалогенциклопропаны нафталинового ряда могут гладко превращаться в соответствующие изоксазолы **8**.

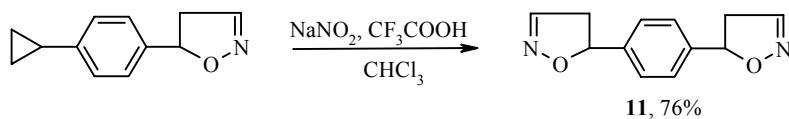


В 1982 г. [8] Ю. С. Шабаров и сотрудники обнаружили, что под действием нитрозилкатиона фенил- и дифенилциклопропаны **9** с высокими выходами превращаются не в изоксазолы, а в замещенные изоксазолины **10**. Подробное исследование показало, что найденное превращение носит общий характер и что арилциклопропаны, содержащие в малом цикле алкильные, арильные или алкоксильные группы, а в ароматическом ядре заместители практически любой природы, легко образуют соответствующие изоксазолины [9–11].

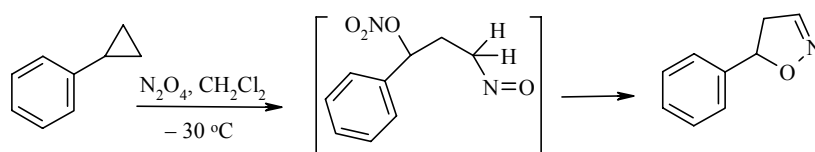


R¹ = R² = H; X = H; Y = H, Me, Pr-*cyclo*, OMe, NO₂, Br, Cl, I; Y = H, X = H, NO₂, Br, Cl, I;
R¹ = Me, R² = X = Y = H; R² = Ph, Me, OMe, R¹ = X = Y = H

Следует отметить, что второй трехуглеродный цикл образующегося в процессе реакции изоксазолина **10** (R¹ = R² = X = H, Y = *цикло*-Pr) не претерпевает трансформации при соотношении реагентов, принятых первоначально, поэтому только при повторной обработке **10** превращается в весьма труднодоступное соединение **11**.

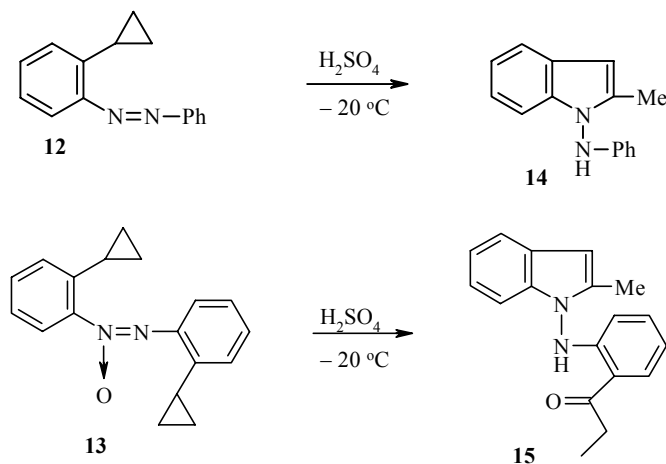


Интересно, что к аналогичным результатам приводит реакция замещенных арилциклопропанов с диазотетраоксидом в хлористом метиле [12, 13]. Наиболее примечательным в этом превращении является то, что диазотетраоксид, взаимодействующий с неперделными субстратами в нейтральных или слабополярных растворителях преимущественно как радикальный реагент, в случае реакции с арилциклопропанами реагирует, как нитрозилнитрат и нитрозилкатион, и, по существу, инициирует трансформацию циклопропановых производных в изоксазолины [12, 13].

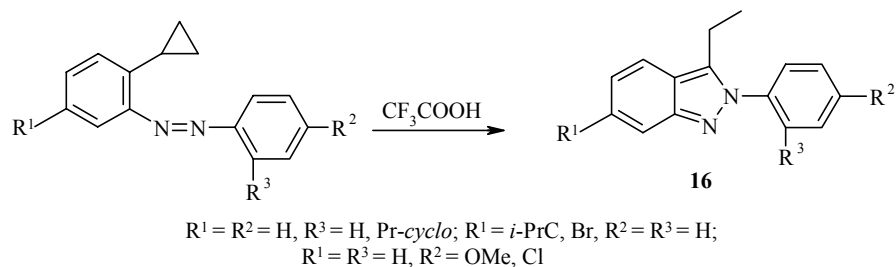


Однако в реакции арилциклопропанов с диазотетраоксидом выходы целевых веществ несколько ниже, кроме того, этот метод синтеза изоксазолинов нельзя использовать для субстратов, содержащих в ароматическом ядре электроноакцепторные группы, или субстратов, легко претерпевающих одноэлектронное окисление под действием нитрозилкатиона.

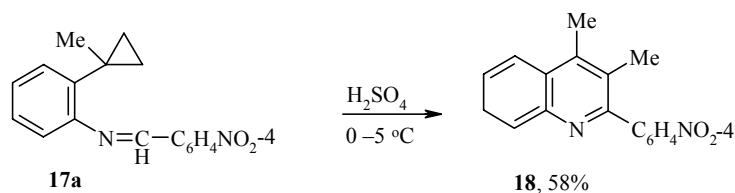
До сих пор рассматривались одностадийные превращения арилциклопропанов в азот- и кислородсодержащие гетероциклы, в которых встраиваемая в гетероцикл функция приходила извне. Вместе с тем в ряду арилциклопропанов найдено большое число одностадийных превращений, в которых необходимый для построения гетероцикла фрагмент уже содержится в исходном субстрате. Так, кислотнo-катализируемые реакции *орто*-циклопропилзамещенных азо- (**12**) и азокси- (**13**) бензолов завершаются образованием соответствующих индолов **14**, **15** [14].



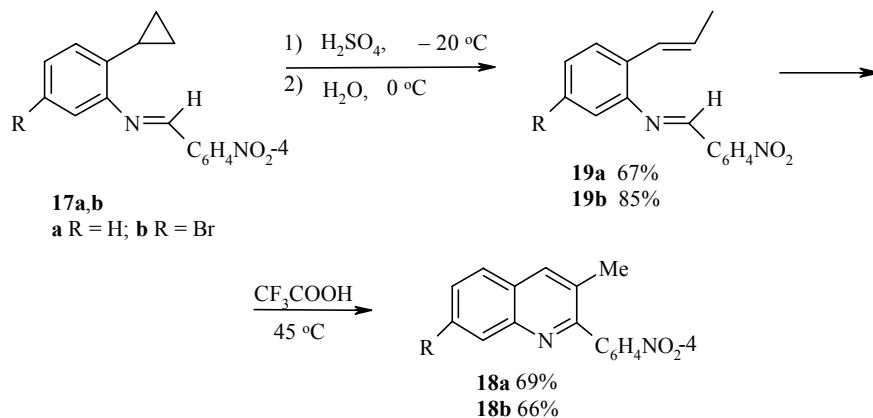
Если же реакции *ortho*-циклопропилзамещенных азобензолов типа **12** проводить под действием трифторуксусной кислоты, то направление гетероциклизации изменяется и основными продуктами (выходы 74–95%) являются замещенные индазолы **16** [15, 16].



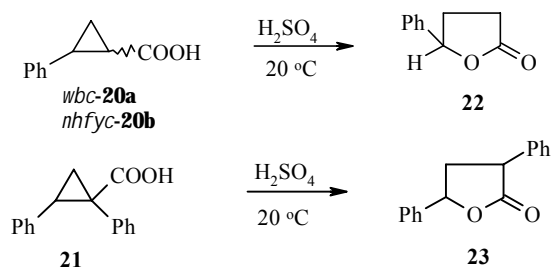
Изоэлектронные аналоги азобензолов – 2-циклопропилзамещенные N-бензилиденанилины (типа **17**) – под действием протонных кислот превращаются в метилзамещенные хинолины **18**.



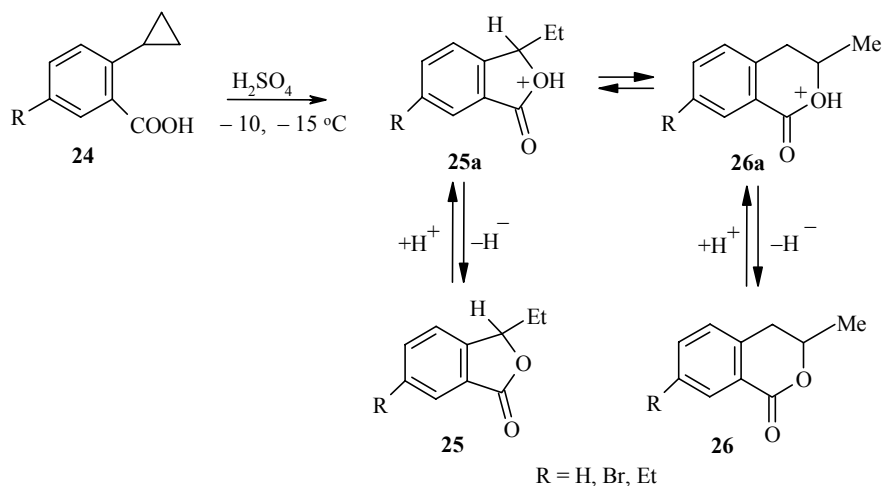
2-(1-Метилциклопропил)замещенное основание Шиффа **17** под действием серной кислоты сразу же образует соответствующий хинолин **18** [17], тогда как циклопропановые аналоги, не содержащие метильных групп в малом цикле, дают удовлетворительные выходы целевых веществ только при проведении двух отдельных стадий: изомеризации циклопропановых производных под действием серной кислоты в соответствующие пропенилсодержащие основания Шиффа **19** и циклизации последних в хинолины **18** под действием полифосфорной (или трифторуксусной) кислоты при нагревании [18].



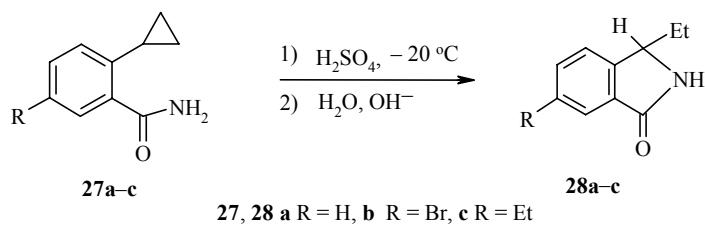
Моно- или диарилзамещенные циклопропанкарбоновые кислоты (**20** или **21**) могут с высокими выходами в одну стадию превращаться в соответствующие бутиролактоны **22** и **23** [19].



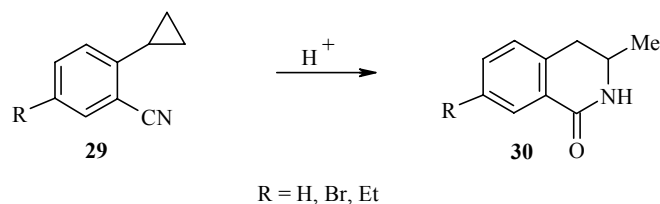
Если же карбоксильная группа содержится в *орто*-положении бензольного кольца замещенных арилциклопропанов **24**, то кислотно-катализируемыми реакциями последних в зависимости от продолжительности реакции могут быть получены либо замещенные фталиды **25**, либо 3,4-дигидроизокумарины **26** [20]. Полученные в чистом виде соединения **25** и **26** могут изомеризоваться через протонированные формы **25a** и **26a**.



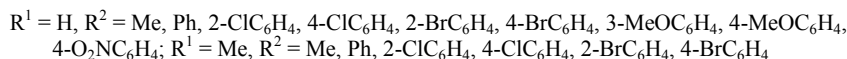
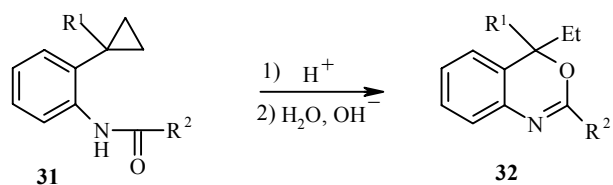
Амиды *орто*-циклопропилбензойных кислот **27** в тех же условиях с высокими выходами изомеризуются в 3-этилфталимидины **28** [21].



В отличие от амидов соответствующие нитрилы 2-циклопропилбензойных кислот **29** под действием той же протонной кислоты с выходами 70–82% превращаются в 3-метил-3,4-дигидроизохинолин-1(2H)-оны **30** [22].

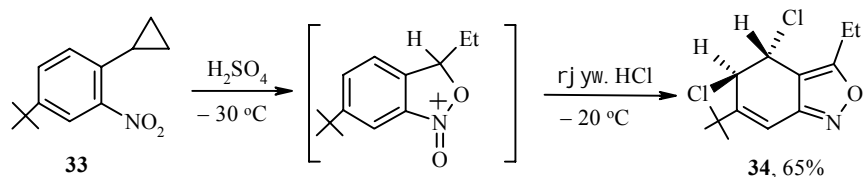


Совсем недавно была найдена новая перегруппировка в ряду функционально замещенных арилциклопропанов, позволяющая в одну стадию трансформировать N-ацил-2-циклопропиланилины **31** в труднодоступные 4H-3,1-бензоксаины **32** с выходами 74–91% [23].



Рассмотренные выше кислотнo-катализируемые одностадийные трансформации функционально замещенных арилциклопропанов [14–23], по существу, являются следствием внутримолекулярного взаимодействия, возникающего из трехуглеродного цикла карбениевого иона с *орто*-заместителями, проявляющими нуклеофильные свойства. Формирующиеся при этом гетероциклические интермедиаты в условиях реакции, как правило, не претерпевают более глубоких превращений и отвечающие им азот- или кислородсодержащие гетероциклы выделяются при нейтрализации кислотных растворов.

Однако, более глубокая трансформация промежуточно возникающих гетероциклических интермедиатов в принципе возможна и превращения функционально замещенных арилциклопропанов, протекающие как одноактные процессы, могут приводить к гетероциклам более сложного строения [24].



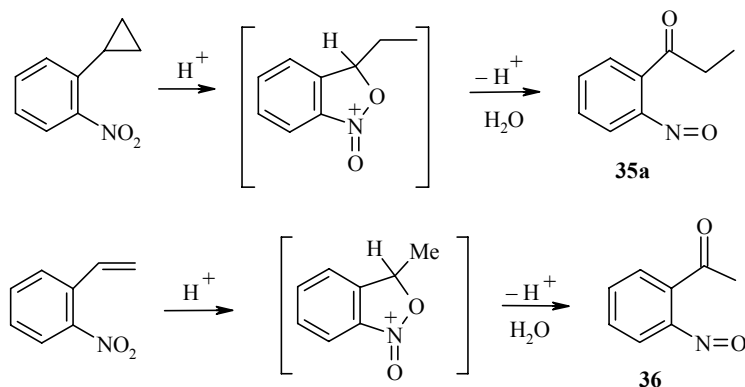
Очевидно, что транс-6-*трет*-бутил-4,5-дигидро-4,5-дихлор-3-этил-2,1-бензоксазол **34** образуется в ходе ряда последовательных стадий, начальная из которых – формирование гетероциклического иона из исходного 4-*трет*-бутил-2-нитрофенилциклопропана **33** под действием серной кислоты.

2. Синтез азот- и кислородсодержащих гетероциклов из арилциклопропанов как последовательность независимых реакций

Известно, что методы синтеза азот- и кислородсодержащих гетероциклов, конденсированных с ароматическим ядром, основаны, главным образом, на использовании в качестве исходных субстратов *орто*-функционально замещенных бензолов и их аналогов.

В частности, на отдельных примерах было показано, что из *орто*-нитроацилбензолов или *орто*-нитрозоацилбензолов могут быть синтезированы азот- и кислородсодержащие гетероциклы самых различных классов. Однако синтетические возможности указанных *орто*-замещенных бензолов были значительно ограничены из-за сложностей, связанных с их получением. В самом деле, синтезировать *орто*-замещенный бензол, содержащий по соседству две электроноакцепторные группы (нитрогруппу или нитрозогруппу и ацильный фрагмент), непростая синтетическая задача.

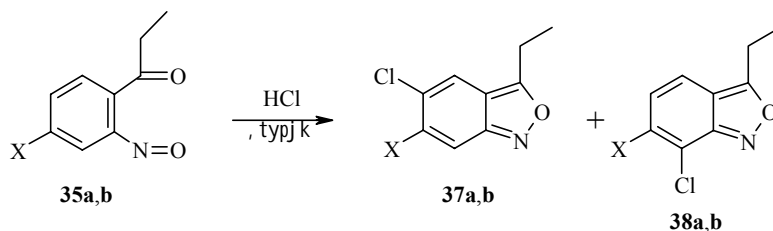
В 1969 г. было обнаружено, что *орто*-нитрофенилциклопропан или *орто*-нитростирол под действием концентрированных кислот способны практически количественно превращаться в соответствующие *орто*-нитрозоацилбензолы **35** и **36** [25].



Подробно изученная [26–34] внутримолекулярная окислительно-восстановительная реакция открыла доступ к субстратам, которые обещали широкие синтетические перспективы в синтезе соответствующих азот- и кислородсодержащих гетероциклов.

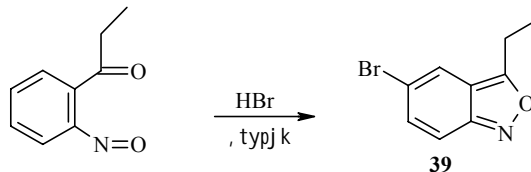
Первые подтверждения этому были получены в 1973 г. [35, 36]. Было показано, что образующиеся из 2-нитрофенилциклопропанов соответ-

ствующие *орто*-нитрозопропиофеноны под действием газообразного хлористого водорода в бензоле с хорошими выходами превращаются в 5-, и 7-хлорзамещенные 3-этилбензо[*c*]изоксазолы **37** и **38**.



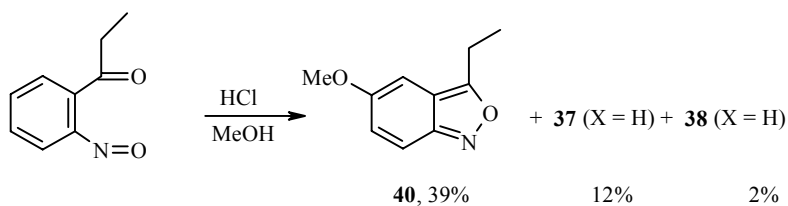
35, 37, 38 a X = H, b X = Br

Если же реакцию нитрозокетонов проводить в бензоле под действием бромистого водорода, то в молекулу бензо[*c*]изоксазола внедряется атом брома [37].

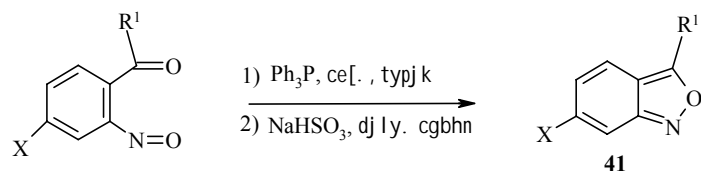


Важно отметить, что под действием газообразного бромистого водорода реакция проходит хоть и без образования изомерного 7-бромпроизводного, но все же не региоселективно – наблюдается ряд параллельных процессов, как следствие межмолекулярных окислительно-восстановительных реакций.

Интересно, что если кислотнo-катализируемую реакцию под действием газообразного HCl проводить в нуклеофильном растворителе, то уже фрагмент растворителя может внедриться в целевой бензо[*c*]изоксазол [37].

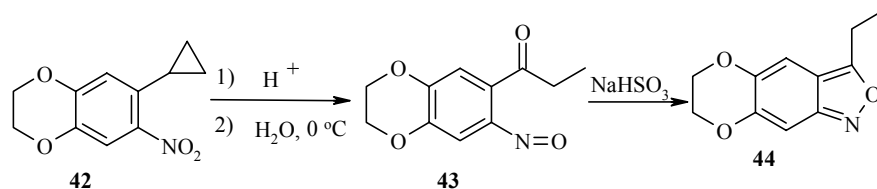


Синтез бензо[*c*]изоксазолов **41** из *орто*-нитрозоацетилбензолов, не сопровождающийся внедрением нуклеофильной группы в конечный продукт реакции, можно осуществить действием дезоксирующих реагентов – трифенилфосфина в сухом бензоле или спирте (выходы 61–90%) [38] или гидросульфита натрия в водном этаноле (выходы 73–95%) [39, 40].

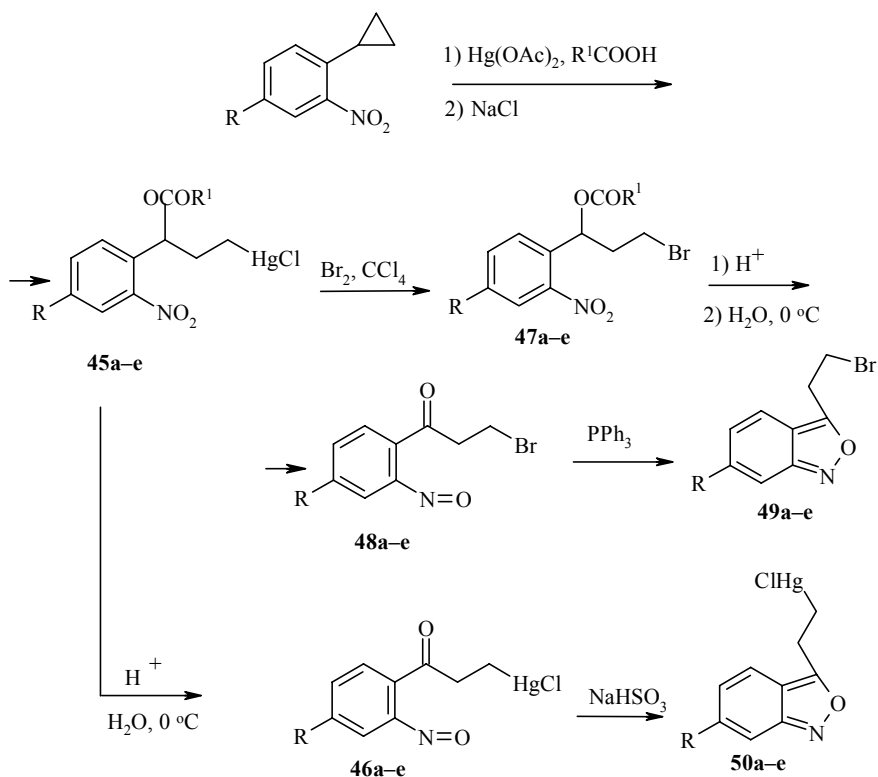


$\text{R}^1 = \text{Me}, \text{X} = \text{H}; \text{R}^1 = \text{Et}, \text{X} = \text{H}, \text{Alk}, \text{Pr-cyclo}, \text{Br}, \text{COMe}, \text{NO}_2, 4\text{-O}_2\text{NC}_6\text{H}_4$

По аналогичной схеме был получен бензо[с]изоксазол **44** ряда 1,4-бензодиоксана [34].



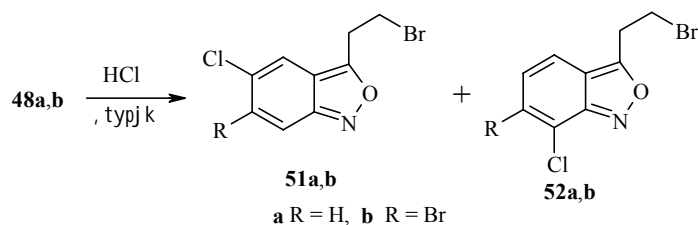
Последовательность реакций сольвомеркурирования арилциклопропанов, трансформация получающихся аддуктов **45** в соответствующие *орто*-замещенные нитроацетилбензолы **46** и дезоксидирование последних по известному пути [40] позволяют синтезировать бензо[с]изоксазолы **49**, **50**, функционализированные не только в бензольном кольце, но и в боковой цепи [33, 41].



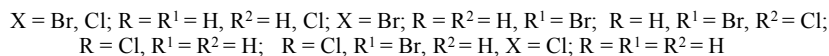
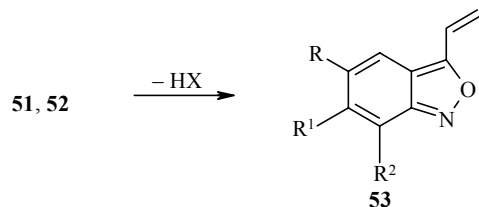
45-50 a R = *i*-Pr, b R = *t*-Bu, c R = Br, d R = COMe, e R = NO₂;

45, 47 a, b R¹ = Me, c-e R¹ = H

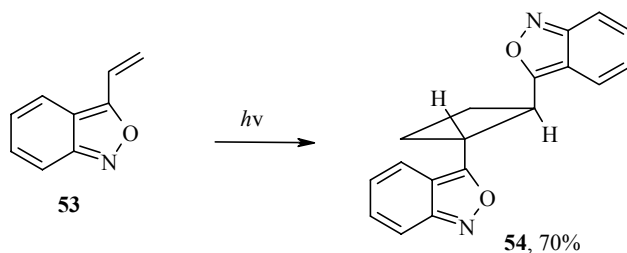
Если же нитрозосоединения типа **48** вводить в реакцию с хлористым водородом в сухом бензоле, то, как и в случае нитрозопропиофенонов **35** [35, 36], с хорошими выходами образуются соответствующие хлорзамещенные бензо[*c*]изоксазолы **51** и **52** [42].



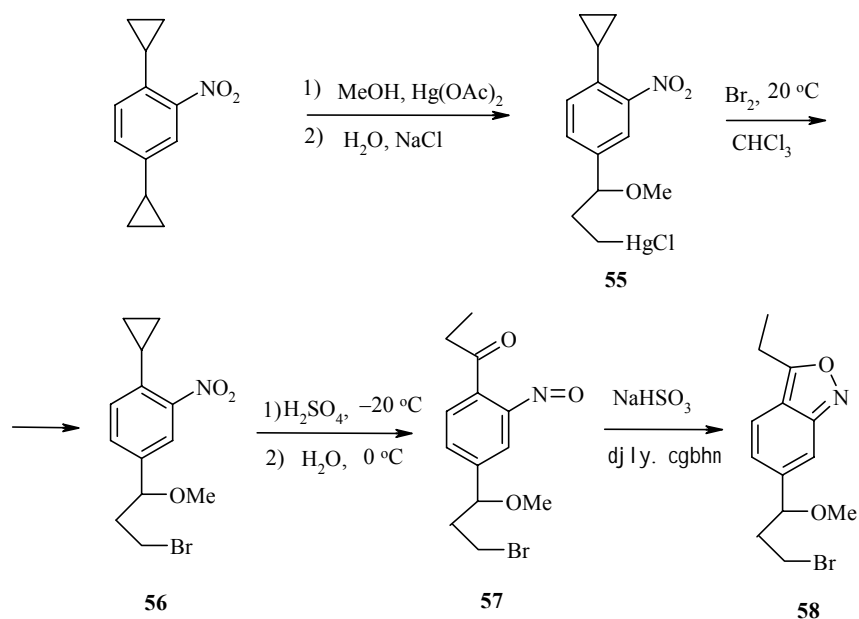
При этом, как оказалось, бензо[*c*]изоксазолы типа **51** и **52**, содержащие в положении 3 β-галогенэтильный заместитель, при пропускании их растворов через слой оксида алюминия легко отщепляют молекулу HNaI, образуя практически с количественными выходами труднодоступные 3-винилбензо[*c*]изоксазолы **53** [43].



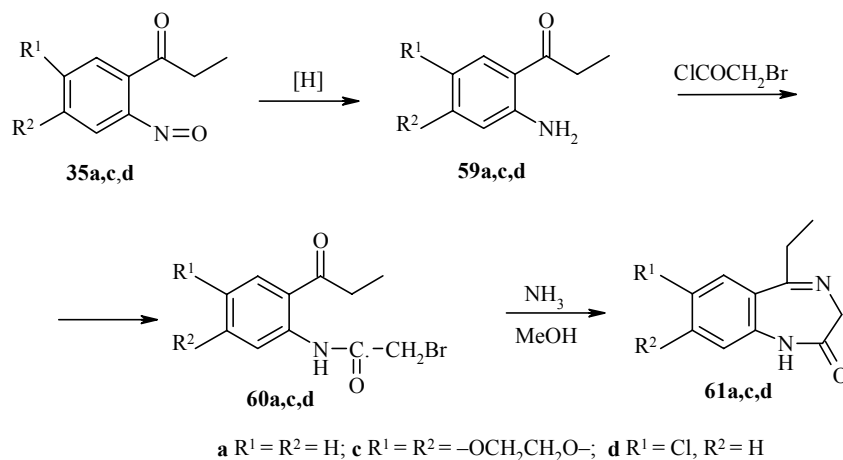
В свою очередь 3-винилбензо[*c*]изоксазолы **53** легко вступают в реакцию [2+2]-циклоприсоединения и образуют при этом циклобутаны, содержащие в *транс*-положении бензо[*c*]изоксазольные фрагменты [44].



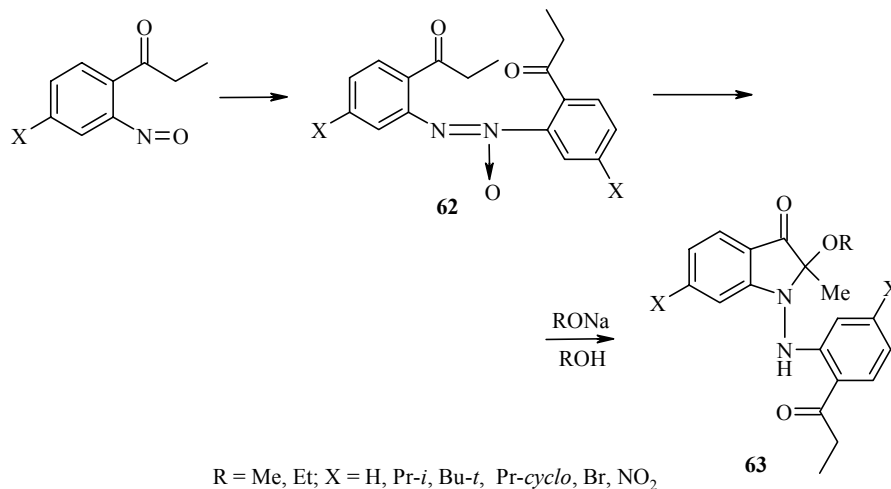
В кислотно-катализируемых реакциях при наличии в молекуле двух циклопропановых фрагментов способность последних к раскрытию различается, что является интересной особенностью поведения нитрозамещенных фенилциклопропанов. Это дает возможность синтезировать полифункционально замещенные бензо[*c*]изоксазолы, например по схеме [45].



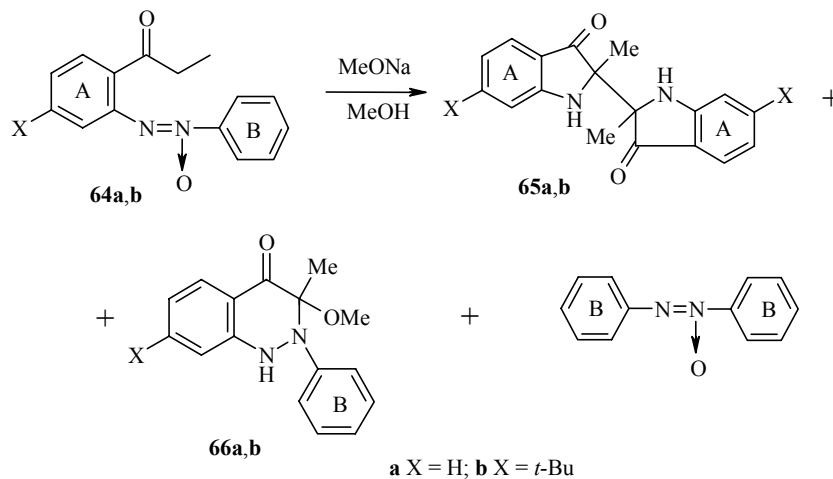
Нитрозоацилбензолы, легко получаемые перегруппировкой соответствующих *орто*-нитрозамещенных циклопропилбензолов, можно с успехом использовать и для получения 1,4-бензодиазепинонов, синтез которых до сих пор актуален [46, 47].



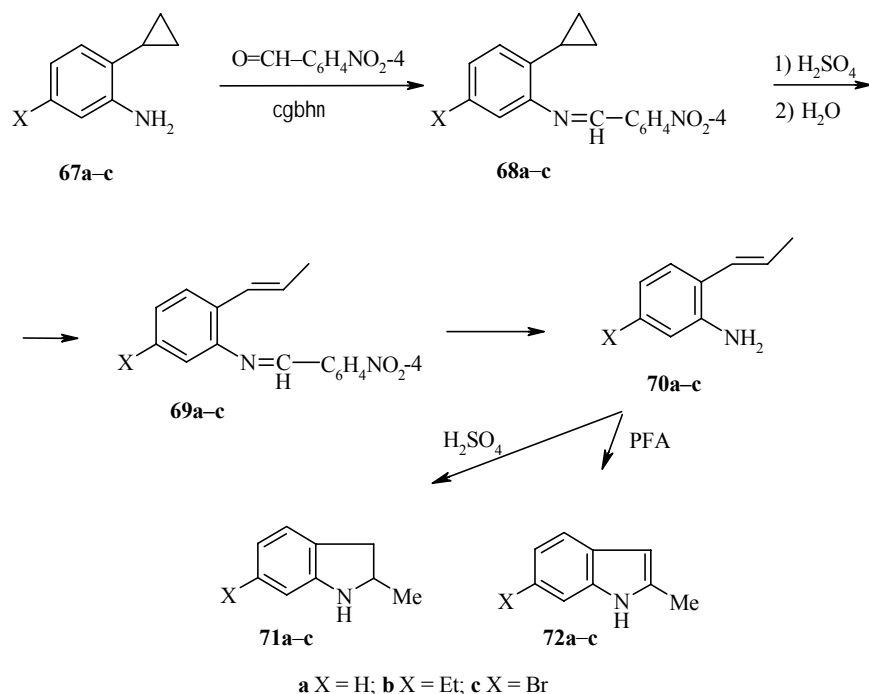
орто-Нитропропиофеноны **35** как продукты кислотно-катализируемых перегруппировок *орто*-нитрофенилциклопропанов можно использовать в синтезе гетероциклов и через стадию образования из них труднодоступных 2,2'-дипропионилазоксibenзолов **62**. Последние под действием каталитических количеств алкоголятов натрия в соответствующих спиртах с высокими выходами превращаются в 2-алкокси-2-метил-N-(2-пропионилфениламино)индолиноны **63** [48, 49].



Интересной особенностью найденной гетероциклизации азоксибензолов является то, что она под действием каталитических количеств алколюлятов может осуществляться только в случае 2,2'-дипропионилзамещенных исходных соединений типа **62** – монопропионилазоксибензолы вступают в реакцию только в присутствии эквимольных количеств алколюлята натрия и реакция идет по иному пути [50].



Наряду с *орто*-нитрозоацилбензолами в синтезе азотсодержащих гетероциклов применяются *орто*-алкениланилины **67**, также легко получаемые из соответствующих *орто*-циклопропилзамещенных бензолов [51]. Поскольку прямую кислотнo-катализируемую трансформацию 2-циклопропиланилинов **67** в целевые гетероциклические соединения провести не удалось, был осуществлен ряд последовательных превращений соединений **67** и продуктов их первичных реакций, в результате чего были получены 2-метилзамещенные 2,3-дигидроиндолы **71** [52] и индолы **72** с выходами 44–69% [52, 53].



В заключение отметим, что уникальная способность трехуглеродного цикла в фенилциклопропанах направлять нитрогруппу при электрофильном нитровании преимущественно в *орто*-положение к малому циклу открывает широкие перспективы в синтезе *орто*-функционально замещенных циклопропилсодержащих бензолов, превращения которых под действием реагентов различной природы без сомнения откроют новые возможности получения как азот- и кислородсодержащих гетероциклов, так и гетероциклов, содержащих в своем составе другие гетероатомы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Л. Д. Сычкова, Ю. С. Шабаров, *ЖОрХ*, **12**, 2630 (1976).
2. Л. Д. Сычкова, О. Л. Калинкина, Ю. С. Шабаров, *ЖОрХ*, **17**, 1435 (1981).
3. Л. Д. Сычкова, Ю. С. Шабаров, *ЖОрХ*, **21**, 292 (1985).
4. S. T. Lin, L. H. Lin, Y. F. Yao, *Tetrahedron Lett.*, **21**, 3155 (1992).
5. S. T. Lin, Y. M. Yang, *J. Chem. Res. (S)*, 276 (1996).
6. S. T. Lin, Y. M. Yang, *J. Chem. Res. (M)*, 1554 (1996).
7. S. T. Lin, S. H. Kuo, Y. M. Yang, *J. Org. Chem.*, **62**, 5229 (1997).
8. Ю. С. Шабаров, Л. Г. Сагинова, Р. А. Газзаева, *ЖОрХ*, **18**, 2627 (1982).
9. Ю. С. Шабаров, Л. Г. Сагинова, Р. А. Газзаева, *ХГС*, 738 (1983).
10. Р. А. Газзаева, Ю. С. Шабаров, Л. Г. Сагинова, *ХГС*, 309 (1984).
11. В. Д. Новокрещенных, С. С. Мочалов, Е. А. Лукашова, Ю. С. Шабаров, *ЖОрХ*, **20**, 108 (1984).

12. М. М. Смирнова, А. В. Гейдерих, С. С. Мочалов, Ю. С. Шабаров, *ЖОрХ*, **24**, 1189 (1988).
13. С. С. Мочалов, Я. И. Кузьмин, А. Н. Федотов, Е. В. Трофимова, Р. А. Газзаева, Ю. С. Шабаров, Н. С. Зефилов, *ЖОрХ*, **34**, 1379 (1998).
14. С. С. Мочалов, А. Н. Федотов, В. Ю. Плоткин, Ю. С. Шабаров, *ЖОрХ*, **16**, 612 (1980).
15. Т. Г. Кутателадзе, И. Н. Шишкина, А. Н. Федотов, С. С. Мочалов, Ю. С. Шабаров, А. с. СССР 1268578; *Б. И.*, № 41, 98 (1986).
16. А. Н. Федотов, И. Н. Шишкина, Т. Г. Кутателадзе, С. С. Мочалов, Ю. С. Шабаров, *ХТС*, 1063 (1987).
17. Е. В. Трофимова, И. Н. Шишкина, А. Н. Федотов, С. С. Мочалов, Ю. С. Шабаров, А. с. СССР 1327495; *Б. И.*, № 22, 368 (1987).
18. Е. В. Трофимова, А. Н. Федотов, С. С. Мочалов, Ю. С. Шабаров, Н. С. Зефилов, *ХТС*, 1385 (2000).
19. Л. Д. Сычкова, О. В. Харитоновна, Ю. С. Шабаров, *ЖОрХ*, **19**, 1445 (1983).
20. С. С. Мочалов, А. Н. Федотов, Т. Г. Кутателадзе, Е. В. Трофимова, Ю. С. Шабаров, Н. С. Зефилов, *ХТС*, 321 (1998).
21. Т. Г. Кутателадзе, А. Н. Федотов, С. С. Мочалов, Ю. С. Шабаров, А. с. СССР 1503257; *Б. И.*, № 31, 246 (1989).
22. Т. Г. Кутателадзе, А. Н. Федотов, С. С. Мочалов, Ю. С. Шабаров, А. с. СССР 1502570; *Б. И.*, № 31, 134 (1989).
23. С. С. Мочалов, Р. А. Газзаева, А. Н. Федотов, Ю. С. Шабаров, Н. С. Зефилов, *ХТС*, 922 (2003).
24. С. С. Мочалов, Т. Г. Кутателадзе, И. Л. Атовмян, З. Г. Алиев, Ю. С. Шабаров, Н. С. Зефилов, *ХТС*, 130 (1992).
25. Ю. С. Шабаров, С. С. Мочалов, И. П. Степанова, *ДАН*, **180**, 1028 (1969).
26. Ю. С. Шабаров, С. С. Мочалов, О. М. Хрещевская, *ЖОрХ*, **6**, 2434 (1970).
27. Ю. С. Шабаров, С. С. Мочалов, И. П. Степанова, А. с. СССР 276030; *Б. И.*, № 23, 33 (1970).
28. Ю. С. Шабаров, С. С. Мочалов, *ЖОрХ*, **8**, 293 (1972).
29. Ю. С. Шабаров, С. С. Мочалов, *ЖОрХ*, **8**, 2085 (1972).
30. Ю. С. Шабаров, С. С. Мочалов, С. А. Ермишкина, *ДАН*, **211**, 1135 (1973).
31. С. С. Мочалов, С. Г. Бандаев, Ю. Х. Эшназаров, Ю. С. Шабаров, И. М. Насыров, *Металлоорг. химия*, **2**, 1323 (1989).
32. С. С. Мочалов, С. Г. Бандаев, Ю. Х. Эшназаров, Ю. С. Шабаров, Н. С. Зефилов, Пат. РФ 2003654; *Б. И.*, № 43, 3 (1993).
33. С. Г. Бандаев, Ю. Х. Эшназаров, С. С. Мочалов, Ю. С. Шабаров, Н. С. Зефилов, *Металлоорг. химия*, **5**, 698 (1992).
34. С. С. Мочалов, Д. В. Косынкин, И. Д. Юдин, К. А. Заводских, Ю. С. Шабаров, Н. С. Зефилов, *ХТС*, 472 (1994).
35. Ю. С. Шабаров, С. С. Мочалов, А. с. СССР 367099; *Б. И.*, № 8, 62 (1973).
36. Ю. С. Шабаров, С. С. Мочалов, *ХТС*, 1334 (1973).
37. Ю. С. Шабаров, Т. П. Сурикова, С. С. Мочалов, *ХТС*, 886 (1976).
38. Ю. С. Шабаров, С. С. Мочалов, А. Н. Федотов, В. В. Калашников, *ХТС*, 1195 (1975).
39. Ю. С. Шабаров, А. Н. Федотов, С. С. Мочалов, А. с. СССР 529161; *Б. И.*, № 35, 53 (1976).
40. Ю. С. Шабаров, С. С. Мочалов, А. Н. Федотов, *Журн. прикл. химии*, **50**, 1860 (1977).
41. С. Г. Бандаев, Ю. Х. Эшназаров, С. С. Мочалов, Ю. С. Шабаров, Н. С. Зефилов, *Металлоорг. химия*, **5**, 690 (1992).
42. С. Г. Бандаев, С. С. Мочалов, Ю. Х. Эшназаров, Т. Е. Гулов, *ДАН РТадж.*, **38**, 26 (1995).
43. С. Г. Бандаев, С. С. Мочалов, Т. Е. Гулов, *ДАН РТадж.*, **40**, 32 (1997).
44. С. С. Мочалов, С. Г. Бандаев, М. В. Григорьян, А. Н. Чехлов, Ю. С. Шабаров, Н. С. Зефилов, *ДАН*, **326**, 456 (1992).
45. С. С. Мочалов, Т. С. Орецкая, В. В. Карпова, Ю. С. Шабаров, *ЖОрХ*, **13**, 836 (1977).
46. Ю. С. Шабаров, Т. П. Сурикова, С. С. Мочалов, *ХТС*, 572 (1974).
47. С. С. Мочалов, Д. В. Косынкин, И. Д. Юдин, В. Н. Атанов, Ю. С. Шабаров, Н. С. Зефилов, *ХТС*, 601, (1994).
48. С. С. Мочалов, А. Н. Федотов, Д. С. Юдин, Ю. Т. Стручков, Ю. С. Шабаров, *ХТС*, 1190 (1990).

49. С. С. Мочалов, А. Н. Федотов, Ю. С. Шабаров, А. с. СССР 740774; *Б. И.*, № 22, 145 (1980).
50. С. С. Мочалов, А. Н. Федотов, Е. А. Куприянова, Ю. С. Шабаров, *ХГС*, 688 (1983).
51. Е. В. Трофимова, И. Н. Шишкина, А. Н. Федотов, С. С. Мочалов, Ю. С. Шабаров, А. с. СССР 1476854; *Б. И.*, № 16, 255 (1989).
52. Т. Г. Кутателадзе, А. Н. Федотов, С. С. Мочалов, Ю. С. Шабаров, А. с. СССР 1476854; *Б. И.*, № 16, 255 (1989).
53. Т. Г. Кутателадзе, А. Н. Федотов, С. С. Мочалов, Ю. С. Шабаров, А. с. СССР 1476855; *Б. И.*, № 16, 255 (1989).

*Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова, Москва 119899,
Россия
e-mail: ssmoch@org.chem.msu.ru*

Поступило в редакцию 05.11.2002

^a*Северо-Осетинский государственный
университет им. К. Л. Хетагурова,
Владикавказ 362025, Россия*