

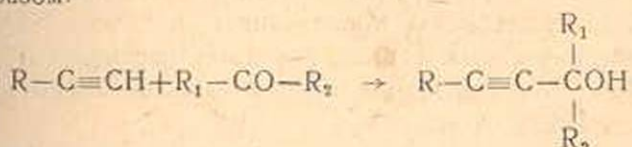
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

С. А. Вартанян

Синтез и превращения винилэтинилкарбинолов

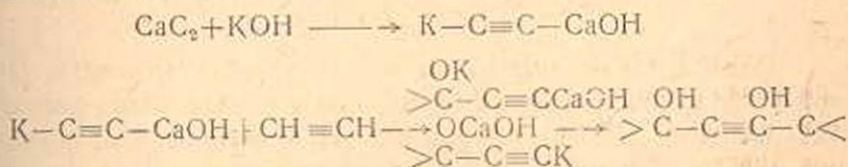
Реакция конденсации ацетилена и его однозамещенных производных с карбонилсодержащими соединениями явилась предметом многих исследований на протяжении последних 30 лет. В настоящее время эта реакция широко применяется для синтеза разнообразных ацетиленовых спиртов и, выйдя за пределы лаборатории, служит для получения многих десятков тонн ценных полупродуктов.

Реакцию конденсации схематически можно изобразить следующим образом:



Мерлинг [1] сделал удачную попытку получения ацетиленовых спиртов конденсацией ацетилена с альдегидами и кетонами при помощи щелочных металлов и амида натрия. Положительный результат дало также применение натрия в жидком аммиаке [2, 3] и особенно алкоголятов калия третичных спиртов [4], с помощью которых удалось получить соответствующие ацетиленовые спирты из непредельных кетонов, чувствительных к щелочным агентам. Особенно же удачной оказалась открытая А. Е. Фаворским [5] конденсация ацетилена с кетонами под влиянием порошкообразного едкого кали. Благодаря этой реакции третичные ацетиленовые спирты стали дешевыми и доступными соединениями.

Недавно Казарян [6] нашел, что порошкообразный карбид кальция, в присутствии едкого кали, реагируя с ацетоном, сначала образует ацетиленовые спирты, а затем ацетиленовые гликоли:

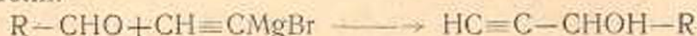


На большом количестве примеров Бабалян [7] в течение ряда лет изучала синтез ацетиленовых γ-гликолей по реакции А. Е. Фавор-

ского. Ею был синтезирован ряд симметричных и несимметричных γ -гликолей.

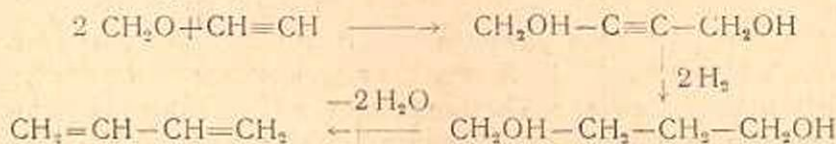


Было также показано, что некоторые альдегиды, несмотря на чувствительность к щелочам, дают по Фаворскому, с удовлетворительным выходом, вторичные петиленовые спирты. Так, Сеген [8], употребляя смесь амида натрия с едким кали при -5° , получил из масляного альдегида и ацетиленов с 70%-ым выходом пропилэтинилкарбинол. Бензальдегид при конденсации с ацетиленом по Пиганиолу [9] также образует фенилэтинилкарбинол в условиях энергичного охлаждения с применением безводного едкого кали. Однако, эти примеры являются единичными и в других случаях приходится прибегать к синтезу Гриньяра—Июича [10]. При этом, в зависимости от того, имеем ли мы дело с мономагнийбромацетиленом или с димагнийбромацетиленом, получаются либо ацетиленовые спирты, либо гликоли.



Реппе показал, что ацетилениды меди и некоторых других металлов способны осуществлять конденсацию ацетиленов с альдегидами и прежде всего формальдегидом в водных растворах [11].

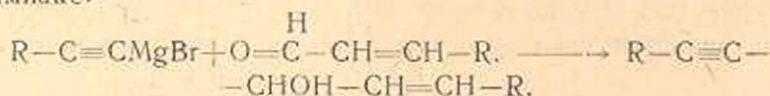
По способу Реппе во время второй мировой войны готовился дивинил по следующей схеме:



Дальнейшим развитием вышеупомянутой реакции конденсации явилось получение ацетиленовых спиртов, имеющих двойную связь.

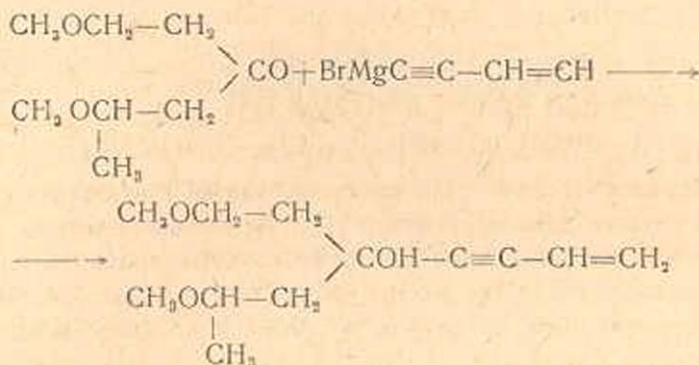
Известно три типа подобных соединений: I $>\text{C}=\text{C}-\text{CON}-\text{C}\equiv\text{C}-$, II $>\text{CON}-\text{C}=\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-$, III $>\text{CON}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2$.

Карбинолы I типа получают конденсацией ацетиленов с β -непредельными карбинольными соединениями [12]. Хорошие выходы дает реакция Гриньяра или конденсация с помощью натрия в жидком аммиаке:

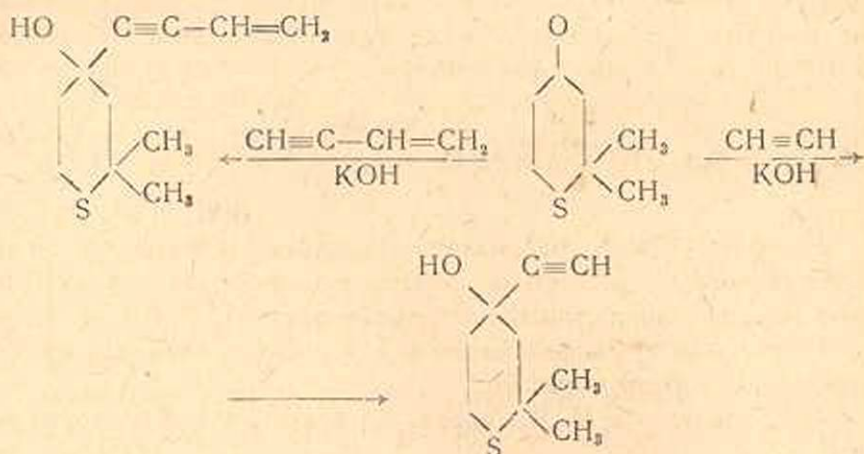


Однако, такие спирты не всегда удается выделить, так как и при разложении комплекса Гриньяра иногда происходит дегидратация. Так, например, И. Н. Назаров и А. Н. Елизарова [13] показали, что при действии магнийбром-винилацетилена на окись мезитила получается соответствующий триениновый углеводород:

вилацетиленом, так как при этом кетоны уплотняются. Но действием магнийбром-винилацетилена на метоксикетоны, они с хорошим выходом получили винилэтинилкарбинолы, содержащие метоксильные группы:

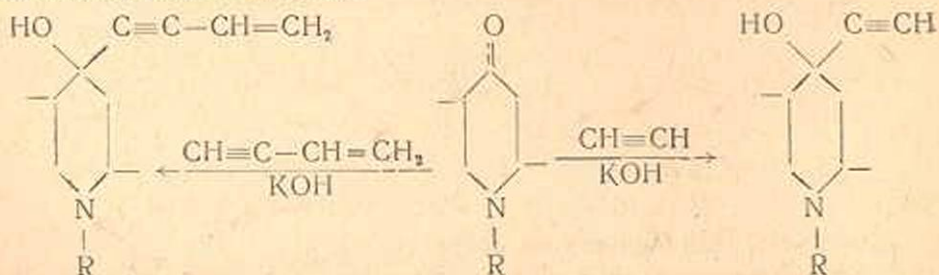


Назаров и А. И. Кузнецова [21] осуществили синтез ацетиленовых и винилацетиленовых спиртов из тиопирола и исследовали превращения тиопиранолов:



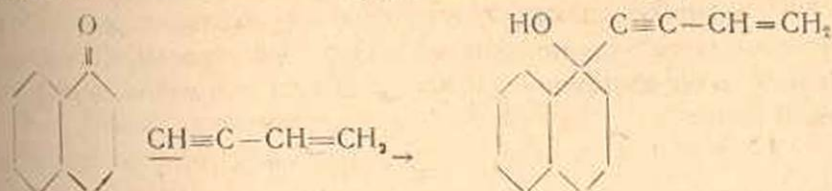
Назаров и В. Я. Райгородская [22] осуществили синтез многочисленных ацетиленовых и винилацетиленовых пиперидиновых спиртов.

Сложные эфиры этих спиртов по своей структуре очень близки к демеролу (или петидину):

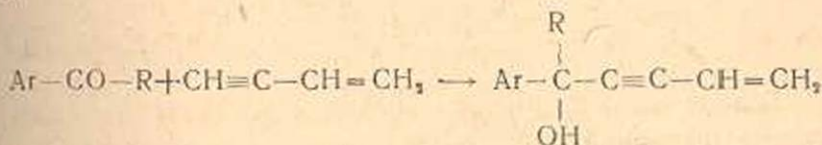


который является болеутоляющим средством.

Полициклические кетоны конденсируются с винилацетиленом, образуя соответствующие винилэтинилкарбинолы [23]:



Винилацетилен также конденсируется с ароматическими или жирноароматическими [24] кетонами, с образованием винилэтинилкарбинолов:



Первичные и вторичные винилэтинилкарбинолы, однако, в присутствии едкого кали получить невозможно из-за чувствительности альдегидов к щелочам; в этом случае прибегают к синтезу Иодича [10]. Для формальдегида оказалось возможным применить реакцию Реппе. Как показал И. М. Гвердцители [25], винилацетилен конденсируется в водном растворе с формальдегидом в присутствии солей меди и дает винилэтинилкарбинол:

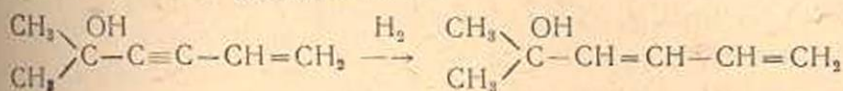


Последний был получен ранее Назаровым и Торговым [40] действием магнийбром-винилацетилена на газообразный формальдегид.

Химическое поведение винилэтинилкарбинолов, весьма подробно изученное Назаровым [26] и сотрудниками, представляет большой интерес. Наличие в молекуле винилэтинилкарбинолов сопряженной системы двойной и тройной связей и весьма подвижной гидроксильной группы, особенно в третичных карбинолах, обуславливает их высокую реакционную способность. Помимо общих всем карбинолам реакций эстерификации, дегидратации и других, винилэтинилкарбинолы способны подвергаться специфическим превращениям.

Селективное гидрирование винилэтинилкарбинолов

При встряхивании диметил-винилэтинилкарбинола [27] с омедненной цинковой пылью и водой гидрируется только тройная связь. При этом получается диеновый карбинол:



Присоединение первых двух атомов водорода к демитил-винилэтинилкарбинолу в присутствии Pd-катализатора приводит к об-

Дегидратация винилэтинилкарбинолов

Винилэтинилкарбинолы четко дегидратируются обычным способом, с образованием соответствующих углеводов ряда дивинилацетилена. Дегидратацию можно осуществить 50%-ой серной кислотой или перегонкой над порошкообразным бисульфатом калия.

Полученные дивинилацетилены при хранении быстро окисляются и полимеризуются в твердую массу, которая иногда взрывает.

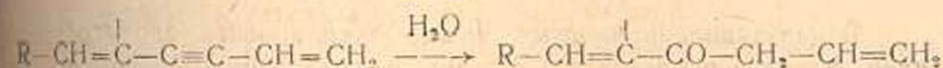
Гидратация углеводов ряда дивинилацетилена

Гидратация углеводов ряда дивинилацетилена до работы Назарова и И. И. Зарецкой [32] была совершенно не исследована. Между тем, выяснить условия гидратации дивинилацетиленов представлялось весьма важным и интересным, так как это позволило бы получить новый ряд непредельных кетонов (винилалкилкетонов), которые вследствие наличия двух двойных связей должны обладать высокой реакционной способностью. Особенно важно было гидратировать сам дивинилацетилен, который, как известно; является весьма нежелательным отбросом производства синтетического каучука на базе винилацетилена.

На многочисленных примерах Назаров и сотрудники показали, что дивинилацетилен и его гомологи при нагревании в водном растворе метанола, в присутствии серной кислоты и сернокислой ртути, присоединяют молекулу воды по тройной связи, с образованием винилалкилкетонов. Гидратация в других органических растворителях (водный ацетон, этанол, изопропиловый спирт) идет чрезвычайно трудно и с незначительным выходом, а в водных растворах серной кислоты (по Кучерову) реакция вообще не идет.

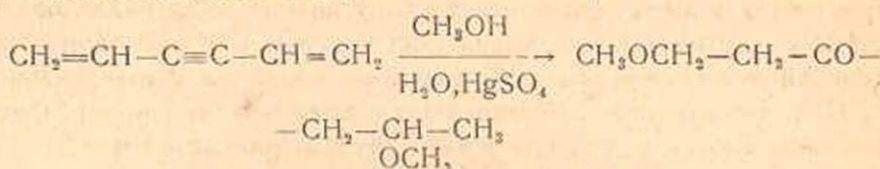
Назаров и С. А. Вартанян [33] показали, что углеводы ряда дивинилацетилена также гладко гидратируются в водном растворе метанола в присутствии сернокислой окиси ртути, без прибавления серной кислоты.

Присоединение воды во всех случаях идет таким образом, что гидроксил направляется к углероду, связанному с замещенным винильным радикалом, по следующей схеме:



Установлено, что скорость реакции зависит не только от растворителя, но и от строения диенина. Так, наиболее трудно гидратируется сам дивинилацетилен; введение одного заместителя, а особенно двух, в одном из винильных радикалов (несимметричные радикалы) значительно ускоряет реакцию, но по мере увеличения веса заместителя скорость гидратации снова уменьшается. Легкость гидратации объясняется тем, что в условиях опыта образовавшийся винилалкилкетон присоединяет метанол и выходит из сферы реакции.

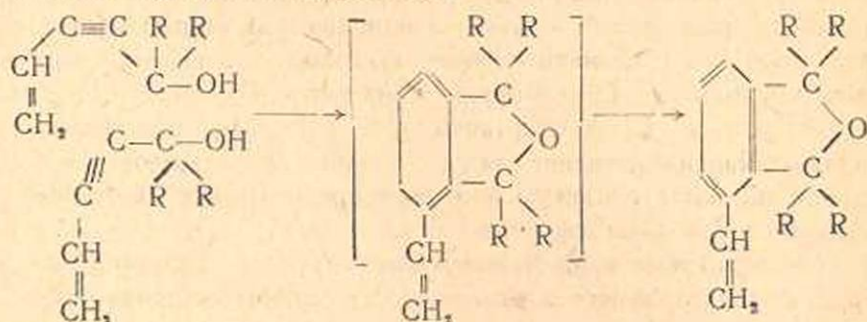
Таким образом, устраняется отравляющее влияние, которое винилалкилкетоны оказывают на ртутный катализатор.



К диенонам метанол присоединяется таким образом, что метанол всегда становится в β -положение к карбонильной группе. В течение последних лет на многочисленных примерах была установлена применимость этой реакции к диенинам, содержащим самые различные заместители—алициклические, ароматические, гетероциклические и другие. Полученные винилалкилкетоны послужили исходными продуктами для дальнейших синтезов; они легко циклизуются в цикломентеноны, присоединяют водород, воду, метанол, а также реагируют с аммиаком, аминами и сероводородом.

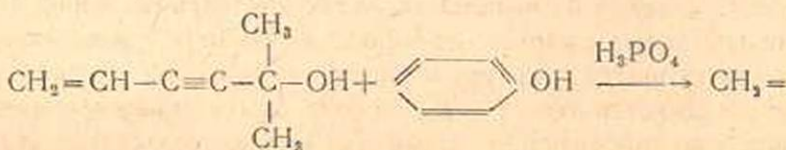
Конденсация винилэтинилкарбинолов

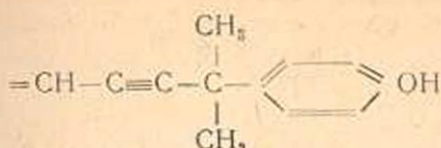
При нагревании винилэтинилкарбинолов в присутствии хлорного железа они подвергаются циклической димеризации, с одновременным отщеплением воды в винилизокумараны [34]. Эта реакция интересна тем, что в ней одновременно участвуют все три функциональные группы винилэтинилкарбинолов:



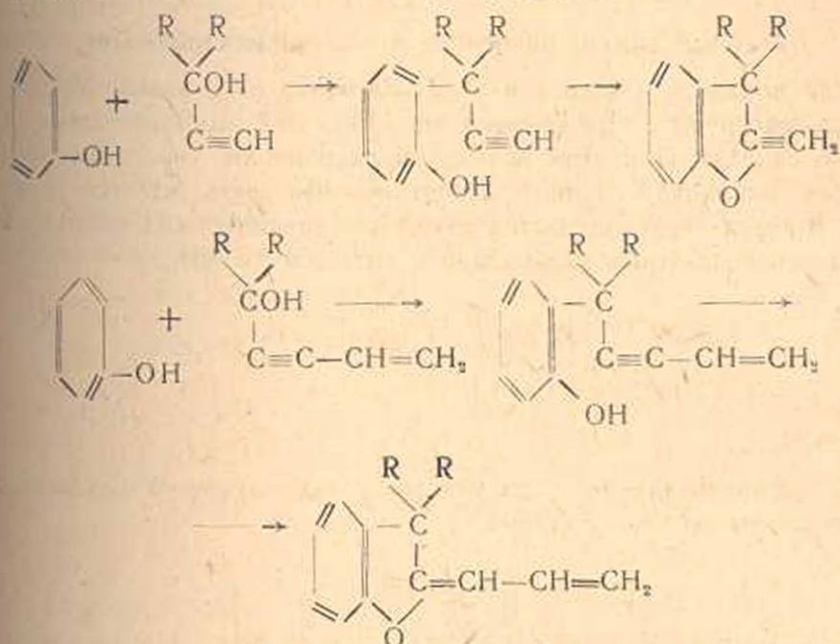
Алкилирование винилэтинилкарбинолов

Винилэтинилкарбинолами можно алкилировать ароматическое ядро фенолов и крезолов. Назаров и сотрудники [35] нашли, что винилэтинилкарбинолы с фенолами и крезолами под влиянием фосфорной кислоты дают новый ряд пара-замещенных фенолов винилцетиленового ряда:





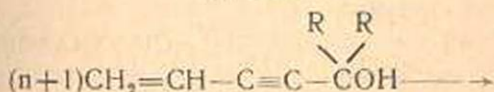
При этом был отмечен интересный случай циклизации орто-замещенных фенолов и крезолов ацетиленовой и винилацетиленовой структуры в метилен- или алкилиденкумараны:

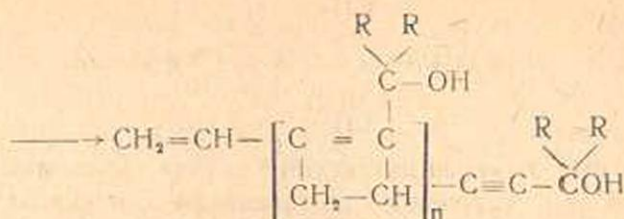


Полимеризация винилэтинилкарбинолов

Винилэтинилкарбинолы полимеризуются [36] с очень большой скоростью; при этом постепенно густеют, превращаются в клейкий студень, затем в упругий студень и, наконец, в твердую, прозрачную, стеклообразную массу желтого цвета. Катализаторами полимеризации винилэтинилкарбинолов являются кислород, озон, перекись водорода. Сильным катализатором является перекись бензоила, наиболее энергичным катализатором—азотная кислота.

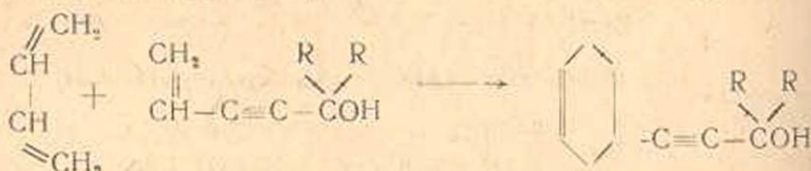
Как показал Назаров, винилэтинилкарбинолы полимеризуются по типу циклической полимеризации, как и винилацетилены, где полимеризация проходит за счет двойной связи одной молекулы и тройной связи другой, с образованием циклобутановых колец. Эта полимеризация идет по следующей схеме:



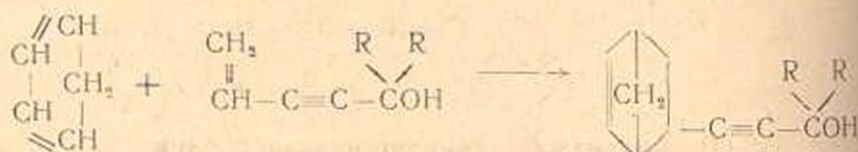


Диеновый синтез на основе винилэтинилкарбинолов

Как показали Назаров и Т. Д. Нагибина [37], винилэтинилкарбинолы реагируют с 1,3-диенами при 130–160° по общей схеме диенового синтеза. При этом винилэтинилкарбинолы участвуют только своей винильной группой, а ацетиленовая связь остается нетронутой. В результате получается новый ряд ацетиленовых спиртов — Δ^3 -циклогексенил-этинилкарбинолов с выходом до 80%:

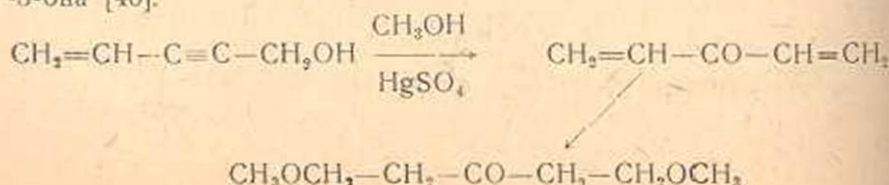


С циклопентадиеном получается эндометилен- Δ^3 -циклогексенилкарбинолы по общей схеме:

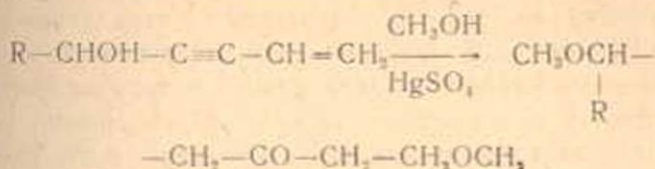


Изомеризация винилэтинилкарбинолов

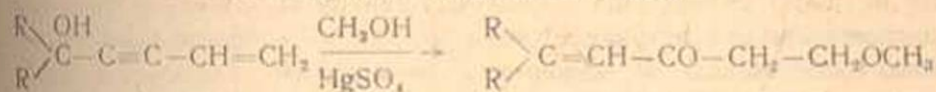
Назаров и А. И. Елизарова [38] впервые показали, что винилэтинилкарбинолы в присутствии окиси ртути в растворе ацетона изомеризуются в дивинилкетоны с выходом до 40%. Исключительно легко, как показали Назаров и В. М. Романов [39], такая изомеризация происходит в растворе спиртов, способных гладко присоединяться к дивинилкетонам. Легкость изомеризации в этих условиях объясняется тем, что образовавшиеся дивинилкетоны выводятся из сферы реакции и таким образом не действуют на катализатор отравляющим образом. Изомеризация первичного винилэтинилкарбинола в указанных условиях приводит к образованию 1,5-диметоксипентан-3-она [40].



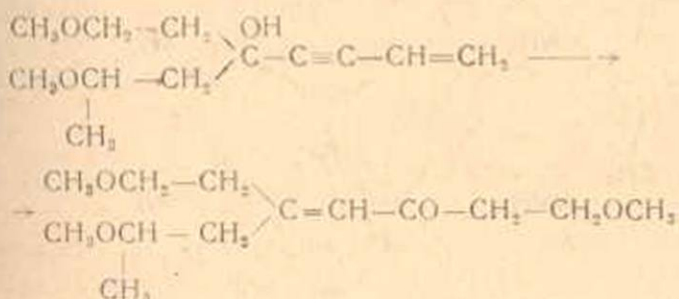
Вторичные винилэтинилкарбинолы при изомеризации превращаются в 1,5-диметокси-5-алкилпентан-3-он [41].



При изомеризации третичных винилэтинилкарбинолов легко получаются 1-метокси-5,5-диалкил-4-пентен-3-оны [38]



Назаров и Вартанян [42] показали, что винилэтинилкарбинолы, содержащие метоксильные группы, также изомеризуются в соответствующие дивинилкетоны:



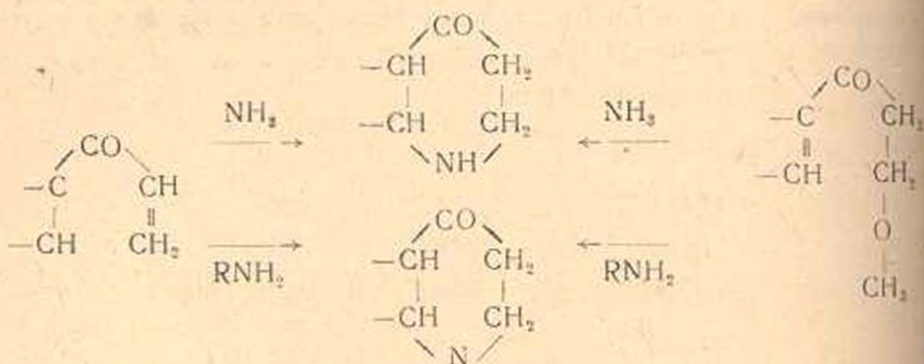
Таким образом, при вышеуказанных превращениях дивинилкетоны являются лишь промежуточными соединениями, которые в условиях опыта легко присоединяют спирты и нацело превращаются в соответствующие алкоксикетоны. Свободные дивинилкетоны можно получить при перегонке алкоксикетанов с *p*-толуолсульфокислотой. Как показали Назаров и сотрудники [43], присоединение спиртов к дивинилкетонам ускоряется в присутствии солей ртути, небольших количеств щелочей или кислот. В присутствии указанных агентов реакция сопровождается разогреванием.

Первичные низкомолекулярные спирты, в особенности метанол, присоединяются к дивинилкетонам очень легко, в то время как вторичные спирты со средним молекулярным весом присоединяются труднее, а третичные и высокомолекулярные спирты вступают в реакцию лишь с большим трудом, даже в присутствии катализаторов. Изомеризация винилэтинилкарбинолов до настоящего времени является единственным методом синтеза алифатических дивинилкетонов. До этого из дивинилкетонов алифатического ряда был известен только форон, которому посвящен ряд интересных исследований. Однако, он является тетразамещенным дивинилкетонem и не может быть типичным. В частности, реакция присоединения к форону резко

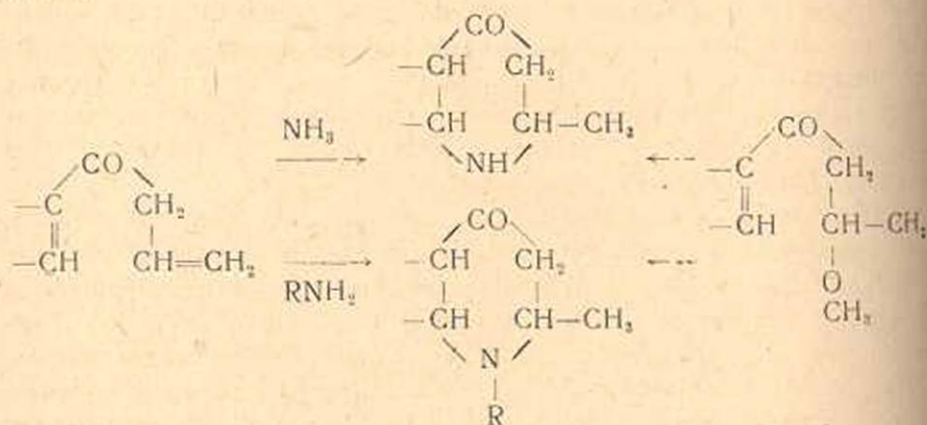
отличается от реакции присоединения к незамещенным дивинилкетонам.

Многочисленными работами Назарова с сотрудниками [43] установлено, что реакция присоединения имеет ступенчатый характер. В первую очередь реагенты присоединяются по незамещенной винильной группе, за исключением хлористого водорода и сероводорода, которые присоединяются, в первую очередь, к замещенной винильной группе.

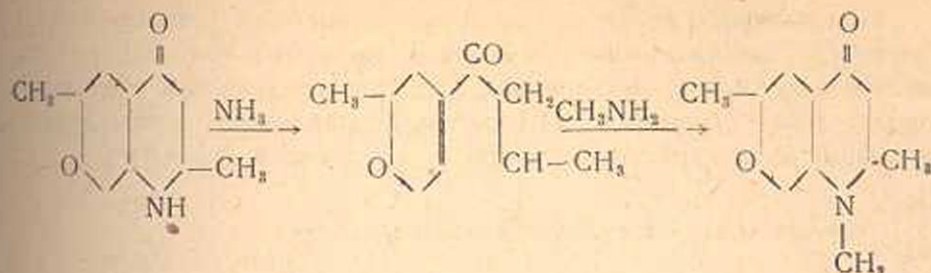
Как показали Назаров и В. А. Руденко [44], при действии водного раствора аммиака или первичных аминов на дивинилкетоны или соответствующие метоксикетоны получают гетероциклические кетоны (пиперидоны). В зависимости от исходного кетона можно получить пиперидон любого строения:



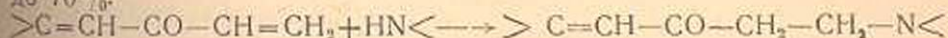
Эта реакция наиболее гладко идет с винил-алкилкетонами, впервые полученными при гидратации углеводородов ряда дивинилацетилен:



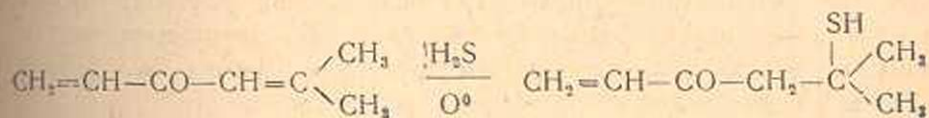
Назаров и Вартанян [45] получили производные декагидрохинолина действием аммиака и метиламина на алкил-2-метил- Δ^4 -дигидропиронилкетон:



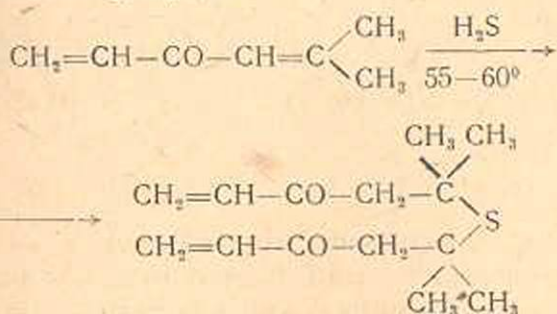
Назаров и А. Х. Хоменко [46] исследовали присоединение диэтиламина и пиперидина к β,β -диалкил-дивинилкетону и показали, что оба указанные амина присоединяются только по незамещенной винильной группе и образуют непредельные кетоамины с выходом до 70%:



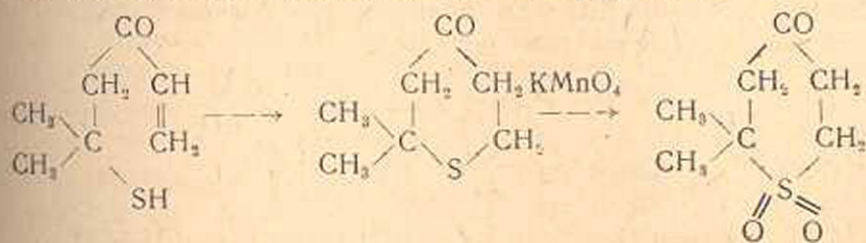
Назаров и Кузнецова [47] показали, что при действии на β,β -диметил-дивинилкетон сероводорода в 95–98%-ом ацетоне или спирте при 0° , в присутствии ацетата натрия образуются с 70%-ым выходом 2-метил-5-гексен-2-тиол-4-он:

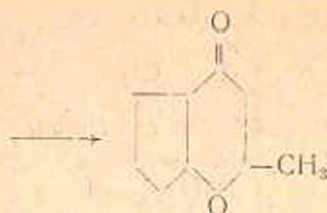


Эта реакция при температуре $55-60^\circ$ в растворе ацетона приводит к образованию сульфида:



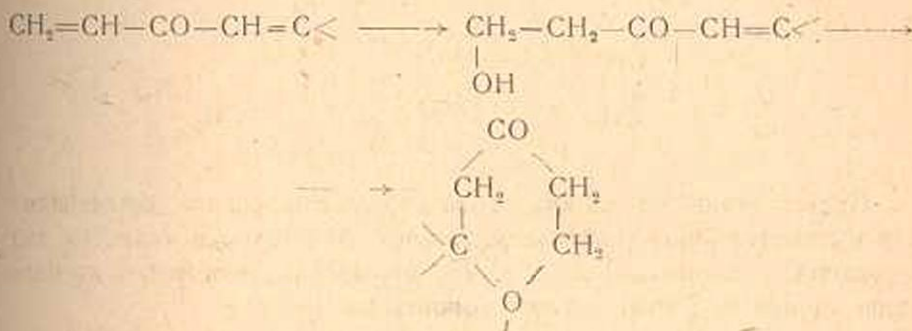
При нагревании спиртового раствора тиола в присутствии ацетата натрия он циклизуется в 2,2-диметил-тетрагидротиопиран-4-он. При окислении тиопирана получается сульфон:



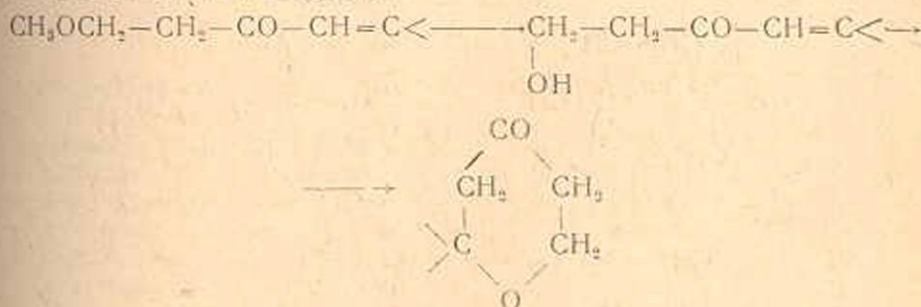


Следует отметить, что тетрагидро-γ-пироны, которые были очень мало исследованы, стали доступными благодаря работам Назарова и сотрудников.

Специальными опытами было показано, что гидратация дивинилкетонов в тетрагидро-γ-пирон идет по незамещенной двойной связи с образованием кетоспиртов, а затем кетоспирты циклизируются в тетрагидро-γ-пирон [52]:

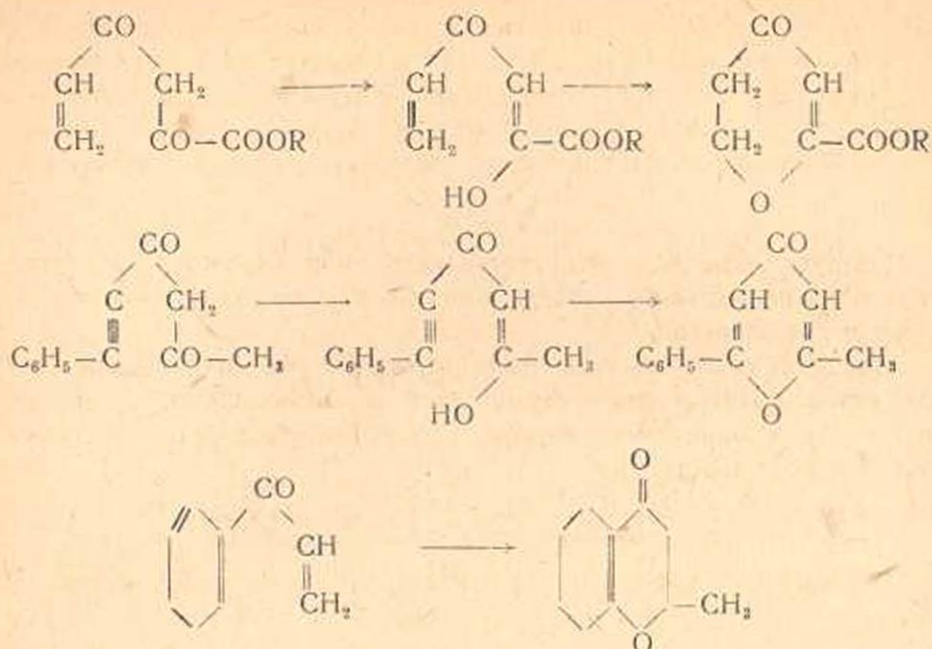


Эти пироны получают также из метоксикетонов и хлоркетонов при гидролизе. При этом сначала образуются также кетоспирты, которые затем и циклизируются:

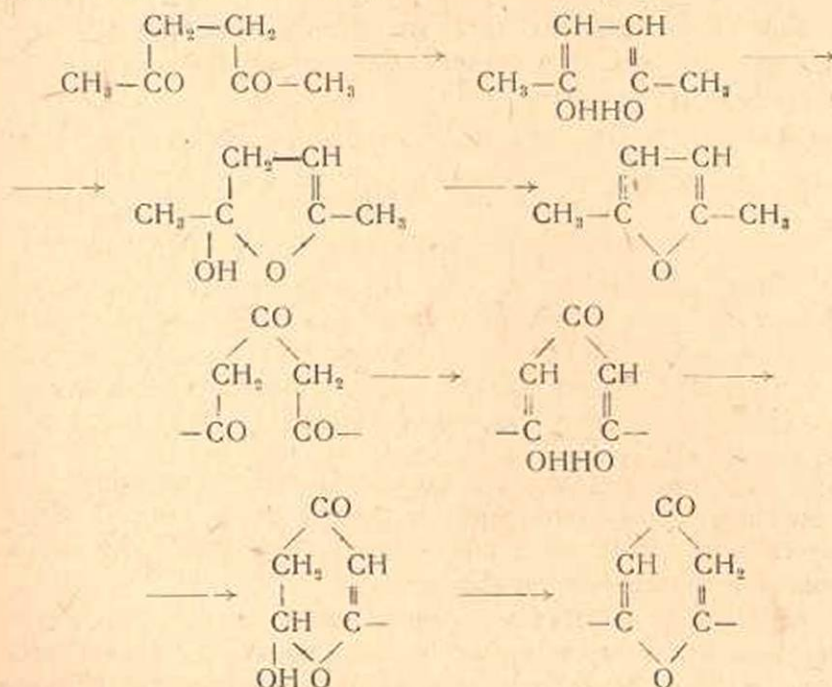


Таким образом, убедительно доказано, что образование пиროнов из дивинилкетонов идет через промежуточную стадию образования кетоспиртов, которые и циклизируются в тетрагидро-γ-пироны под влиянием разбавленной серной кислоты.

На основании этой работы можно сделать вывод, что образование производных-γ-пиранов из непредельных 1,3-дикетокислотных эфиров [53], 1,3-дикетонов [54] и ортокетофенолов [55] идет по нижеуказанной схеме:

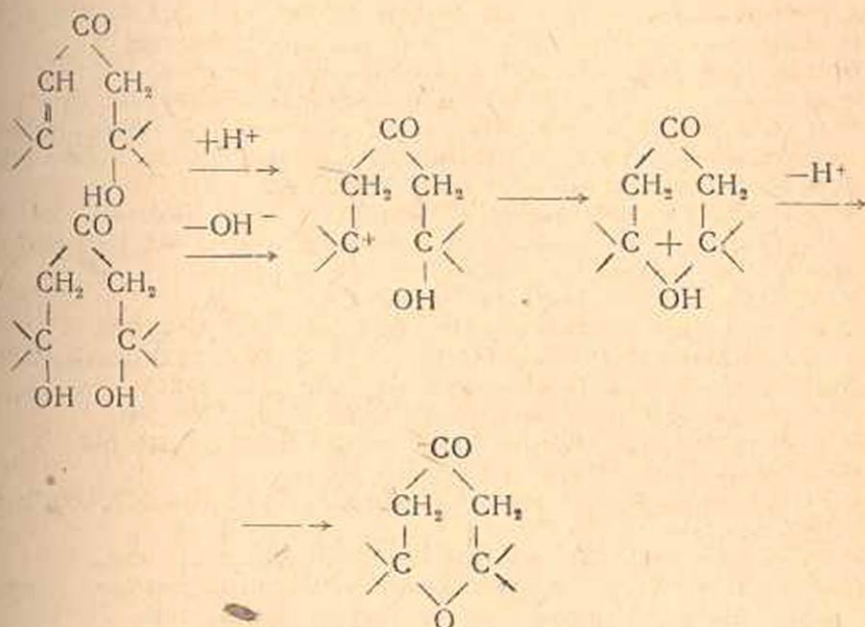


Превращение ацетонилацетона в диметилфуран и диацетилацетона в диметилпирон действием хлористого водорода является подтверждением этой схемы, т. е. что процесс идет не через дегидратацию энольных форм, а путем циклизации [56]:



Реакция циклизации гидроксилсодержащих соединений в фурановые в пирановые производные происходят обычно под влиянием

ионов водорода, в то время как в нейтральной и щелочной среде эти кетоны устойчивы или подвергаются превращению в других направлениях. По Назарову, первой стадией является присоединение к непредельным кетоспиртам иона водорода или отнятие иона гидроксила от соответствующих кетогликолей, что приводит к образованию карбониевого иона (а), который затем циклизуется в оксониевый ион (б), стабилизирующийся с потерей в протоны в фураноны или пираноны



ЛИТЕРАТУРА

1. *Farbenfabrik von F. Bayer und Co*—DRP 230,226, 1914; 284,764, 1915; 286,920, 1915; 279,800, 1915.
2. *Kreimeier*—USA Pat. 2,106,180; 2,106,181, 1938; C. A. **32**, 2574, 1938.
3. *McCallum*—USA Pat. 2,125,384, 1936; C. A., **32**, 740, 1938.
4. *Gould, Thomson*—J. Am. Soc. **57**, 340, 1935.
5. А. Е. Фаворский—ЖРФХО **33**, 357, 1901; **37**, 643, 1905.
6. Л. Э. Казарян—ЖОХ, **4**, 1374, 1934.
7. А. Т. Бабаия—ЖОХ, **8**, 602, 1938.
8. *Seguin*—Bull. **12**, 948, 1945.
9. *Pigoniol*—Bull. **9**, 749, 1946.
10. Ж. Йоцич—ЖРФХО **34**, 100, 239, 1902; **35**, 430, 1269, 1903.
11. *Reppe*—Plastics, 170, Febr. 1946.
12. *Cushman, Heilbron, Jones*—Soc. **144**, 1944.
13. И. Н. Назаров и А. Н. Елизарова—Изв. АН СССР, ОХН, 190, 1940.
14. *Heilbron и comp.*—Soc. **140**, 1944.
15. *Heilbron и comp.*—Soc. **134**, 1944.
16. *Fuson*—Chem. Rev. **16**, 1, 1935.
17. *Carothers and Jacobson*—J. Am. Soc. **55**, 1037, 1933.
18. И. Н. Назаров—Изв. АН СССР, ОХН 683, 1938.
19. И. Н. Назаров и И. В. Торгов—ЖОХ, **18**, 1338, 1948.
20. И. Н. Назаров и С. А. Вартамян—ЖОХ **20**, 1582, 1950.

21. И. Н. Назаров и А. И. Кузнецова—ЖОХ (в печати).
22. И. Н. Назаров и В. Я. Райгородская—Изв. АН СССР ОХН, 6, 631, 1948; 1, 69, 1949.
23. И. Н. Назаров и М. С. Бурмистрова—Изв. АН СССР, ОХН, 4, 353, 1947.
24. И. Л. Котляревский—Гидратация и циклизация дивинилацетиленовых углеводородов с третичным и бутиловыми ароматическими заместителями. Канд. диссертация, Москва, 1949.
25. И. М. Гвердцители—ДАН СССР, т. 60, № 1, 140, 1948.
26. И. Н. Назаров—Исследования в области ацетилена, синтеза спиртов винилацетиленового ряда и их превращения. Докторская диссертация, Москва, 1940.
27. И. Н. Назаров и Л. Б. Фишер—Изв. АН СССР, ОХН, 1150, 1942.
28. А. П. Головачевская—ПОХ 10, 435, 1940; 11, 68, 1941.
29. И. Н. Назаров—Изв. АН СССР, Отд. мат. ест. наук, 2, 706, 1938.
30. И. Н. Назаров—Изв. АН СССР, серия хим. наук, 2, 726, 1938.
31. И. Н. Назаров и В. М. Романов—Изв. АН СССР, ОХН, 6, 559, 1940.
32. И. И. Зарецкая—Гидратация углеводородов ряда дивинилацетилена и циклизация винилацетилена в циклопентенол. Канд. диссертация, Москва, 1949.
33. И. Н. Назаров и С. А. Вартанян—ЖОХ 20, 1829, 1950.
34. И. Н. Назаров и Г. П. Верхолетова—Изв. АН СССР, ОХН 4-5, 557, 1941, 3, 258, 1948.
35. И. Н. Назаров и А. И. Кузнецова—Изв. АН СССР, ОХН 3, 431, 1941; И. Н. Назаров и Ф. И. Готман—там же, 1941.
36. И. Н. Назаров—Успехи химии, 14, 1, 1945.
37. И. Н. Назаров и Т. Д. Нагибина—Изв. АН СССР, ОХН, 83, 1, 1946.
38. А. И. Елизарова и И. Н. Назаров—Изв. АН СССР, ОХН, 2, 223, 1940; 3, 423, 1941.
39. И. Н. Назаров и В. М. Романов—Изв. АН СССР 5, 453, 1940.
40. И. Н. Назаров и И. В. Торгов—Изв. АН СССР, ОХН, 5, 495, 1947.
41. И. Н. Назаров и О. В. Окольская—Изв. АН СССР, ОХН, 2, 314, 1941.
42. И. Н. Назаров и С. А. Вартанян—ЖОХ (в печати).
43. И. Н. Назаров, В. М. Романов и М. В. Куварзина—Изв. АН СССР, ОХН, 2, 453, 1940; 2, 6, 1948.
44. И. Н. Назаров и В. А. Руденко—Изв. АН СССР, ОХН 6, 611, 1948.
45. С. А. Вартанян—Синтез и превращения винилацетиленкарбинолов, содержащих алкоксильные группы. Канд. диссертация, Москва, 1949.
46. И. Н. Назаров и А. Х. Хоменко—Изв. АН СССР, ОХН 5, 504, 1945; 2, 226, 1944.
47. И. Н. Назаров и А. И. Кузнецова—Изв. АН СССР, ОХН 1, 118, 1948.
48. И. Н. Назаров и Л. Н. Терехова—Изв. АН СССР, ОХН, 2, 201, 1946.
49. И. Н. Назаров и сопр.—Изв. АН СССР, ОХН, 1, 32, 1947.
50. И. Н. Назаров и Л. Н. Пипкина—Изв. АН СССР, ОХН, 6, 633, 1946.
51. И. Н. Назаров и М. С. Бурмистрова—Изв. АН СССР, ОХН, 1, 132, 1947.
52. И. Н. Назаров и А. И. Елизарова—Изв. АН СССР, ОХН, 6, 647, 1947.
53. Claisen, Ber—24, 111, 1891; Dieckmann, Ber. 53, 1772, 1920.
54. Ruhemann—Soc 93, 431, 1908.
55. Kostaneski и сопр.—Ber. 34, 372, 1901; 37, 784, 1904.

Ս. Հ. Վարդանյան

ՎԻՆԻԼԵԹԻՆԻԼԿԱՐԲԵՆՈԼՆԵՐԻ ՍԻՆԹԵԶԸ ԵՎ ՓՈԽԱՐԿՈՒՄՆԵՐԸ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Աղետիլները և նրա մոնոտեղակարված ածանցյալները կարող են պարունակել միացությունների հետ կոնդենսելու սեպակիան վերջին առանձնակների ընթացքում բազմաթիվ ուսումնասիրությունների առարկա է հան-

դիտացել: Ներկայումս այդ սեակցիան լայնորեն կիրառվում է ացետիլենային զանազան սպիրտների սինթեզելու համար և նույնիսկ սկսում է կիրառվել նաև արդյունաբերության մեջ:

Այդ սեակցիայի հետագա դարգացումն է հանդիսանում կրկնակի կապ պարունակող ացետիլենային սպիրտների ստացումը:

Հոգվածում համառոտակի նկարագրվում են վինիլացետիլենի և դիվինիլացետիլենի հետ այդ սեղդությամբ կատարված բազմաթիվ և հետաքրքիր աշխատանքները, որոնք ղերագանցապես պատկանում են Ն. Ի. Նազարովին և նրա աշխատակիցներին: