

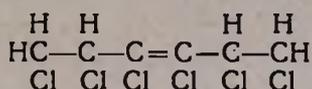
А. Н. Акопян и В. С. Асламазян

Исследования в области химии дивинилацетилена и его галоидопроизводных

Сообщение II. Модификации 1,2,3,4,5,6-гексахлоргексена-3 и синтезы
на их базе

1,2,3,4,5,6-гексахлоргексен-3 является конечным продуктом хлорирования дивинилацетилена в нежестких условиях. Он впервые был получен Коффманом и Карозерсом [1] в виде кристаллического вещества с т. кип. 110—112° при 2 мм и т. пл. 58—59°, которому была приписана приведенная структура.

В предыдущем сообщении [2] были изложены результаты реакции взаимодействия гексахлоргексена-3 с цинковой пылью в спиртовой среде и превращения образующегося 3,4-дихлоргексатриена-1,3,5. Прежде чем перейти к изучению других реакций гексахлоргексена-3, мы сочли необходимым выяснить вопрос о существовании других его модификаций. Гексахлоргексен-3 предложенной структуры

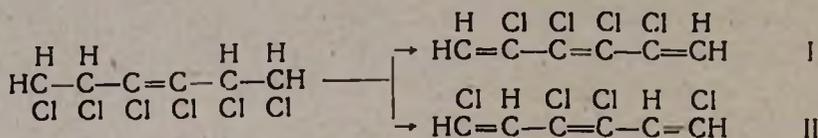


принадлежит к числу тех редких соединений, которые одновременно содержат и систему двойной связи, способной подобно симметричному дихлорэтилену образовывать цис-транс-модификации, и два асимметрических атома углерода, вследствие чего, подобно тетрачлорбутану [3], он должен образовать диастереоизомерные модификации. Одновременное же сочетание двойной связи с асимметрическими углеродами умножит число ожидаемых модификаций. Однако до настоящего времени описана только вышеприведенная его модификация с т. пл. 58—59°.

При хлорировании дивинилацетилена кроме вышеописанной основной модификации (составляющей 90 и более процентов) многократными перегонками в вакууме и повторными перекристаллизациями сырого гексахлоргексена-3 нами выделена новая его модификация с т. пл. 91°, которая, отличаясь температурой плавления, не отличается температурой кипения от основной модификации, кипит так же при 112°/2 мм. При перегонке в вакууме искусственной смеси (1:1) они перегоняются совместно при 108°/2 мм. При перегонке их смеси с водяными парами они перегоняются совместно. Новая модификация растворяется одинаково во всех растворителях (спиртах, ацетоне, хлороформе, четыреххлористом углероде), кроме петролейного

эфира, в котором ее растворимость примерно в 10 раз меньше растворимости известной модификации. Предстояло выяснить, чем обусловлена изомерия этих соединений: двойной связью или асимметрическими углеродами?

Как известно, гексахлоргексен отличается большой стойкостью к озону и азотной кислоте [1]. Для установления их принадлежности к той или иной структуре изомеры были подвергнуты дегидрохлорированию действием спиртового раствора едкого кали или натра, в результате чего они оба, потеряв по две молекулы хлористого водорода, превратились в соединение одинакового состава $C_6H_4Cl_4$ с различными физическими константами. Отщепление хлористого водорода от гексахлоргексена-3 может идти в двух направлениях:



т. е. I—по правилу Зайцева и II—в противоположном направлении, причем в обоих случаях полученное соединение уже не будет содержать асимметрических углеродов. Результаты озонирования полученных триенов показали, что дегидрохлорирование протекает согласно правилу Зайцева, приводя к образованию 2,3,4,5-тетрахлоргексатриенов-1,3,5. При этом озонлиз триена, полученного дегидрохлорированием гексахлоргексена-3, с т. пл. 59° дал формальдегид и дихлорфумаровую кислоту, а триен из гексахлоргексена-3 с т. пл. 91° дал формальдегид и дихлормалеиновую кислоту. Следовательно, первый из этих триенов является транс-, а второй—цис-модификацией.

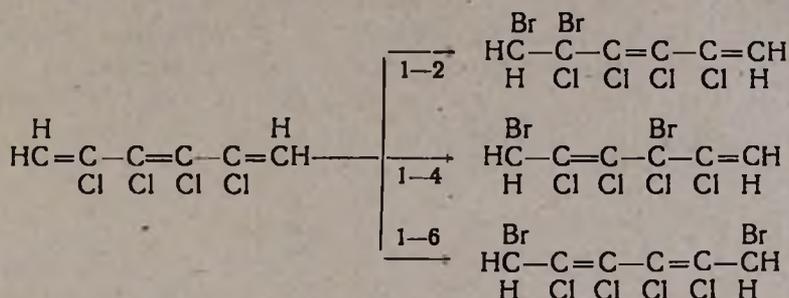
Опыты озонирования показали также, что крайние двойные связи при метиленовых группах подвергаются озонированию, между тем как двойная связь в центре молекулы, вследствие экранирования атомами хлора, озоном не затрагивается.

Таким образом, в результате дегидрохлорирования и последующего озонирования образующихся триенов установлено, что изомерные гексахлоргексены-3 с т. пл. 91 и 59° являются, соответственно, цис- и транс-изомерами. Поскольку каждое из этих соединений содержит два асимметрических атома углерода, возможно, что в данном случае геометрическая изомерия сочетается с различием конфигурации при центрах асимметрии. В пользу этого предположения говорит и следующее обстоятельство.

Как известно, транс-изомеры обычно плавятся при более высокой температуре и кипят при более низкой, чем цис-изомеры. В нашем же случае температура плавления цис-гексахлоргексена-3 (91°) выше температуры плавления транс-изомера (59°). Это несоответствие, по видимому, объясняется наличием асимметрических атомов углерода с одинаковой степенью асимметрии, порождающих диастереоизомерные формы. Это предположение подтверждается и тем, что после

дегидрохлорирования, приводящего к исчезновению асимметрических атомов углерода, устраняется и отмеченное выше несоответствие; транс-2,3,4,5-тетрахлоргексатриен-1,3,5 плавится выше (17°) и кипит ниже ($52^\circ/2 \text{ мм}$), чем цис-изомер (т. пл. $0,2^\circ$ т. кип. $56^\circ/2 \text{ мм}$).

Полученные цис- и транс-изомеры при бромировании в четыреххлористом углероде или хлороформе, даже при облучении, присоединяют только одну молекулу брома и превращаются в один тот же дибромтетрахлоргексадиен ($\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}_4\text{Br}_2$). Представляются три механизма этого бромирования:



Только присоединение брома по механизму 1—6, когда двойные связи с обеих сторон экранируются галогенами, может служить причиной прекращения бромирования. В случае присоединения по механизму 1—2 или 1—4 остановка на стадии дибромиды явилась бы непонятной. Возможно, 1—6 присоединением также можно объяснить образование из цис- и транс-тетрахлоргексатриенов одного и того же дибромиды. Необходимо также отметить, что, как это имеет место при бромировании цис- и транс-дихлорэтиленов [4], транс-тетрахлоргексатриен бромится в 2 раза быстрее, чем цис-модификация.

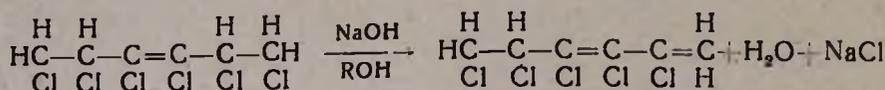
Хлорирование тетрачлоргексатриенов протекает уже на рассеянном свете, даже несколько экзотермично, и не останавливается на стадии присоединения одной молекулы хлора. Здесь также присоединение одной молекулы хлора к цис- и транс-модификациям приводит к одному и тому же гексахлориду, предположительно, к 1,2,3,4,5,6-гексахлоргексадиену-2,4. Работы по изучению его химических свойств и строения продолжаются.

Синтезированные цис- и транс-тетрахлоргексатриены, как можно было ожидать, являются способными к полимеризации мономерами. Они полимеризуются как самопроизвольно, так и в присутствии перекисей, хотя цис-тетрахлоргексатриен более склонен к димеризации. Ниже нуля они оба кристалличны, и в таком виде их можно хранить неопределенно долгое время. Их полимеризация ингибируется обычными стабилизаторами полимеризации: фенол- β -нафтиламином, гидрохиноном, *l*-третично-бутилпирокатехином и др.

Полимер основной модификации транс-тетрахлоргексатриена, полученный в водной суспензии в присутствии перекиси бензоила, является термопластической массой с высокой химической стойкостью,

с молекулярным весом, определенным методом светорассеяния, а также эбуллиоскопией, находящимся в пределах 35000—40000, и с температурой перехода второго рода порядка 50—52°. Он растворяется в бензоле, толуоле, ксилоле, эфире, хлороформе, четыреххлористом углероде и не растворяется в спиртах, ацетоне и петролейном эфире. Способность растворяться в вышеупомянутых растворителях дает основание полагать, что политетрахлоргексатриен имеет линейное строение. Работы по изучению строения продолжаются.

При изучении реакций дегидрохлорирования гексахлоргексенов-3 в тетрахлоргексатриены-1,3,5 возник вопрос: нельзя ли остановить реакцию на промежуточной стадии, т. е. на продукте отщепления одной молекулы хлористого водорода—пентахлоргексадиене:



Результаты поставленных с этой целью опыта дегидрохлорирования транс-тетрахлоргексатриена с эквимолекулярным количеством гидроокиси натрия показали, что вместо образования промежуточного соединения часть гексахлорида превращается в тетрахлоргексатриен, часть остается без изменений. Это приводит к заключению, что в применяющихся нами условиях (40—50°) промежуточный продукт дегидрохлорируется активнее, чем сам гексахлоргексен. Все же, соблюдая некоторые условия, оказалось возможным получить 2,3,4,5,6-пентахлоргексадиен-1,3 с довольно высоким выходом. Для установления строения пентахлоргексадиен был подвергнут озонолузу, в результате чего были получены формальдегид и тетрахлорпентеновая кислота. Здесь также сказывается различное поведение двойных связей в отношении озона.

После выделения и изучения отдельных модификаций гексахлоргексена-3 и тетрахлоргексатриенов-1,3,5 важный вопрос о возможности их взаимных превращений и выяснении условий, благоприятствующих образованию той или иной модификации гексахлоргексена-3, нами еще не затронутый, будет изучен в ближайшее время.

Экспериментальная часть

Получение транс-2,3,4,5-тетрахлоргексатриена-1,3,5 дегидрохлорированием транс-модификации (т. п. л. 59°) гексахлоргексена-3. К смеси 60 г трижды перекристаллизованного из петролейного эфира гексахлоргексена-3 и 10 мл 70%-ного водного метилового или этилового спирта, находящейся в 750 миллилитровой трехгорлой колбе, снабженной мешалкой, термометром и охлаждаемой снаружи ледяной водой, через свободный тубус в течение одного часа добавляется 18 г гидроокиси натрия с такой скоростью, чтобы температура реакционной смеси не превышала 25°, после чего при нагревании на водяной бане до 50° перемешивание продолжается 2 часа при

температуре 40—50°. Под конец к реакционной смеси добавляется вода для растворения образовавшегося хлористого натрия и полного расслаивания жидкости. Полученный сырой транс-тетрахлоргексатриен—44 г (97% теории)—промывается водой, сушится над хлористым кальцием, прибавляется 0,3 г стабилизатора (*n*-третично-бутилпирокатехин) и перегоняется в вакууме почти полностью при 52/2 мм. Транс-тетрахлоргексатриен имеет хвойный запах. Т. пл. 17,2; d_4^{20} 1,4176; n_D^{20} 1,5379. MR_D найдено 47,978, вычислено 47,975.

Найдено %: Cl 64,97

$C_6H_4Cl_4$. Вычислено %: Cl 65,13.

Получение цис-2,3,4,5-тетрахлоргексатриена-1,3,5 дегидрохлорированием цис-модификации (т. пл. 91°) гексахлоргексена-3. Количество реагентов и условия реакции те же, что и в предыдущем опыте, с той разницей, что вместо гексахлорида с температурой плавления 59° был взят гексахлорид с т. пл. 91°. Образовалось 43 г (95,5% теории) сырого цис-тетрахлоргексатриена, который полностью перегонялся при 56°/2 мм. Т. пл. 0,2°; d_4^{20} 1,4223; n_D^{20} 1,5402. MR_D найдено 48,071, вычислено 47,975.

Найдено %: Cl 65,08

$C_6H_4Cl_4$. Вычислено %: Cl 65,13.

Озонирование транс-2,3,4,5-тетрахлоргексатриена-1,3,5. Через раствор 6 г тетрахлоргексатриена в 60 г четыреххлористого углерода пропусклся кислород, содержащий 5% озона, со скоростью 25 л/час. Через 1,5 часа раствор посинел (излишек озона), но озонирование продолжалось еще 3 часа. Раствор отфильтровывался от взвешенных частиц (0,2 г белого аморфного порошка), которые весьма сильно взрывались от трения или огня (предполагается оксозонид). Из фильтрата растворитель удалялся под небольшим вакуумом при температуре 20—30°. К остатку жидкого озонида (9 г) добавлялась вода (45 г), и смесь кипятилась в течение 3-х часов, после чего водный слой отделялся от смолистого осадка (2 г) и подвергался разгонке в вакууме. В отгоне формальдегид определялся аммиачным раствором окиси серебра. Остаток от отгона представлял кашицу из окрашенных кристаллов (2,5 г), которые после двукратной кристаллизации из дихлорэтана имели т. пл. 180—181°; по литературным данным [5], т. пл. дихлорфумаровой кислоты 180—182°.

Найдено %: Cl 37,88; кислотное число 598.

$C_4H_2Cl_2O_4$. Вычислено %: Cl 38,37; кислотное число 605.

Озонирование цис-2,3,4,5-тетрахлоргексатриена-1,3,5. Через раствор 7 г цис-2,3,4,5-тетрахлоргексатриена-1,3,5 в 80 г четыреххлористого углерода пропусклся кислород, содержащий 5% озона, со скоростью 25 л/час. После удаления растворителя и разложения озонида в отогнанной воде был обнаружен формальдегид. Остаток 2 г

целиком закристаллизовался, после перекристаллизации и сублимирования имел т. пл. 116° ; по литературным данным [6], дихлормалеиновая кислота плавится при 116° , ее ангидрид плавится при $117-118^{\circ}$. Найдено кислотное число 615. Вычислено для дихлормалеиновой кислоты 605.

Бромирование цис- и транс-тетрахлоргексатриенов-1,3,5. При бромировании 1 г цис-тетрахлоргексатриена в 5 г четыреххлористого углерода полное обесцвечивание теоретического количества (0,73 г) брома имело место через 45 мин., а в случае транс-тетрахлоргексатриена—через 27 мин., т. е. вдвое быстрее. В результате бромирования обеих конфигураций образуется один и тот же 1,6-дибром-2,3,4,5-тетрахлоргексадиен-2,4 со следующими физическими константами: т. кип. $137-138^{\circ}$ при 4 мм; d_4^{20} 1,9814; n_D^{20} 1,6055. M_{R_D} найдено 65,6806, вычислено 63,960.

Найдено %: С 19,5; Н 1,12; Cl+Br 80,2
 $C_6H_4Cl_4Br_2$. Вычислено %: С 19,04; Н 1,05; Cl+Br 79,8.

Хлорирование транс-2,3,4,5-тетрахлоргексатриена-1,3,5 в 1,2,3,4,5,6-гексахлоргексадиен-2,4. Раствор 100 г транс-тетрахлоргексатриена-1,3,5 в 400 г четыреххлористого углерода в цилиндрическом реакторе, охлаждаемом ледяной водой, насыщался хлором (привес 60 г) и оставлялся на рассеянном свете при комнатной температуре в течение 4 часов, после чего растворитель отгонялся под небольшим вакуумом водоструйного насоса. Остаток—133 г—высушивался хлористым кальцием и подвергался вакуум-фракционной перегонке. Фракция с т. кип. $116-118^{\circ}$ при 4 мм в количестве 103 г по химическому составу и молекулярной рефракции соответствует гексахлоргексадиену. То обстоятельство, что он озоностоек, является доказательством отсутствия конечных метиленовых групп, следовательно, показателем того, что хлорирование имело место по механизму 1—6.

Гексахлоргексадиен характеризуется следующими константами: Т. кип. 110° при 3 мм; d_4^{20} 1,5901; n_D^{20} 1,5603. M_{R_D} найдено 59,0684, вычислено 58,176.

Найдено %: Cl 73,85
 $C_6H_4Cl_6$. Вычислено %: Cl 73,70.

Этот же продукт был получен в аналогичных условиях хлорированием цис-тетрахлоргексатриена.

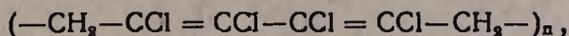
Полимеризация транс-2,3,4,5-тетрахлоргексатриена-1,3,5 в водной суспензии. 100 г тетрачлоргексатриена, содержащего 0,5% перекиси бензоила, подвергается полимеризации при энергичном перемешивании в 200 мл воды при температуре не $> 90^{\circ}$. Через час суспензия нарушается, образуется тестообразная масса, которой при той же температуре дают созреть в течение 2—3 часов (100%-ная полимеризация). В результате получается упругая термопластическая масса. Для получения чистого и сухого образца полимер растворяется

в бензоле и осаждается метиловым спиртом. Молекулярный вес полученного таким способом полимера, определенный методом светорассеяния и эбуллиоскопией, лежит в пределах 35000—40000. Он имеет температуру перехода второго рода порядка 52°.

Найдено %: С 33,81; Н 1,99; Cl 64,96

(C₆H₄Cl₄)_n. Вычислено %: С 33,01; Н 1,83; Cl 65,13.

Несмотря на наличие в политетрахлоргексатриене двух двойных связей на каждое звено мономера



он очень стабилен. Очевидно, вследствие экранированности в нем двойных связей атомами хлора они теряют возможность осуществлять контакт [7].

Стабильность политетрахлоргексатриена изучалась ежеквартальным определением вязкости его 10%-ного раствора в *o*-ксилоле вискозиметром Оствальда диаметром сечения 0,6 мм. Проведенные в течение четырех кварталов измерения показали, что вязкость почти не изменяется, равняясь 0,0675; 0,0712; 0,0720; 0,0717 сантистоксам соответственно.

Стабилизация транс-2,3,4,5-тетрахлоргексатриена-1,3,5. Образцы транс-тетрахлоргексатриена в четырех запаянных пробирочных ампулах, первые три из которых стабилизировались 0,1% гидрохинона, фенил-β-нефтиламина и *n*-третично-бутилпирокатехина соответственно, а четвертый—без стабилизатора, нагревались в кипящей воде. По истечении 5 часов к образцам был добавлен спирт-ректификат. При этом оказалось, что из нестабилизированного образца выпало 2,4 г полимера (48%), тогда как в стабилизированных ампулах мономер оставался без изменений.

Получение 2,3,4,5,6-пентахлоргексадиена-1,3 неполным дезидрохлорированием транс-1,2,3,4,5,6-гексахлоргексена-3. К смеси 145,5 г (0,5 моля) трансгексахлоргексена-3 (т. пл. 59°) и 400 г этилового спирта-ректификата при постоянном перемешивании и наружном охлаждении ледяной водой по порциям добавлялось 22 г (0,5 моля + +10% излишка) чешуйчатого едкого натра с такой скоростью, чтобы температура смеси не поднималась выше 15°. Через час температура начала спадать. Прекратив охлаждение, перемешивание продолжали еще час, после чего реакционная масса выливалась в делительную воронку, содержащую литр воды, для растворения кристаллов хлористого натрия и полного расслоения смеси. Нижний маслянистый слой промывался водой, высушивался хлористым кальцием и подвергался вакуум-фракционной перегонке. Головка с т. кип. 55—65° при 3 мм в количестве 28,5 г состояла в основном из транс-тетрахлоргексатриена-1,3,5. II фракция с т. кип. 65—75° при 3 мм, 58 г, состояла из ожидаемого 2,3,4,5,6-пентахлоргексадиена-1,3. III фракция с т. кип. 75—96° при 1 мм, 32 г, состояла из невошедшего в реакцию гексахлоргексена-3.

Пентахлоргексадиен характеризуется следующими физическими константами: т. кип. 73° при 3 мм; d_4^{20} 1,4782; n_D^{20} 1,5430. MR_D найдено 54,2662, вычислено 53,309.

Найдено %: Cl 69,25

$C_6H_2Cl_4$. Вычислено %: Cl 69,7.

Озонирование 2,3,4,5,6-пентахлоргексадиена-1,3. Через раствор 10 г пентахлоргексадиена в 100 г хлороформа при 20° пропусклся кислород, содержащий 5% озона. Через 3 часа раствор посинел (излишек озона), озонирование продолжалось еще 5 часов. После удаления хлороформа под небольшим вакуумом при температуре $20-30^\circ$ осталось 14 г маслянистого озонида, к которому добавлялось 100 мл воды, и смесь кипятилась 3 часа. Реакционная смесь разделялась на 2 слоя. В водном слое был обнаружен формальдегид (зеркало с аммиачным раствором окиси серебра). Масляный слой, 7,6 г, целиком перегонялся при $129-130^\circ/3$ мм. По химическому составу, кислотному числу и молекулярной рефракции последний соответствовал ожидаемой еще не известной в литературе 2,3,4,5-тетрахлор-2-пентеновой кислоте, которая характеризуется следующими константами: т. кип. $129-130^\circ$ при 3 мм; d_4^{20} 1,5967; n_D^{20} 1,5406. MR_D найдено 46,3993, вычислено 45,827.

Найдено %: Cl 60,01; кислотное число 240,8

$C_5H_4Cl_4O_2$. Вычислено %: Cl 59,6; кислотное число 235.

Выводы

1. Из продуктов хлорирования дивинилацетилена, кроме известного в литературе 1,2,3,4,5,6-гексахлоргексена-3 с т. пл. 59° , выделена новая его модификация с т. пл. 91° и показано, что одна из них является транс-, другая — цис-модификациями.

2. Путем дегидрохлорирования указанных цис- и транс-гексахлоргексенов-3 получены и охарактеризованы соответствующие способные к полимеризации цис- и транс-2,3,4,5-тетрахлоргексатриены-1,3,5.

3. Показано, что при хлорировании и бромировании цис- и транс-тетрахлоргексатриенов-1, 3, 5 образуются соответственно гексахлор- и дибромтетрахлоргексадиены-2,4.

4. Показано, что при неполном дегидрохлорировании транс-1,2,8,4,5,6-гексахлоргексена-3 образуется 2,3,4,5,6-пентахлоргексадиен-1, 3.

5. Озонолизом 2,3,4,5,6-пентахлоргексадиена-1,3 получена и охарактеризована еще не описанная в литературе 2,3,4,5-тетрахлор-2-пентеновая кислота.

Ա. Ն. Հակոբյան և Վ. Ս. Ստամբազյան

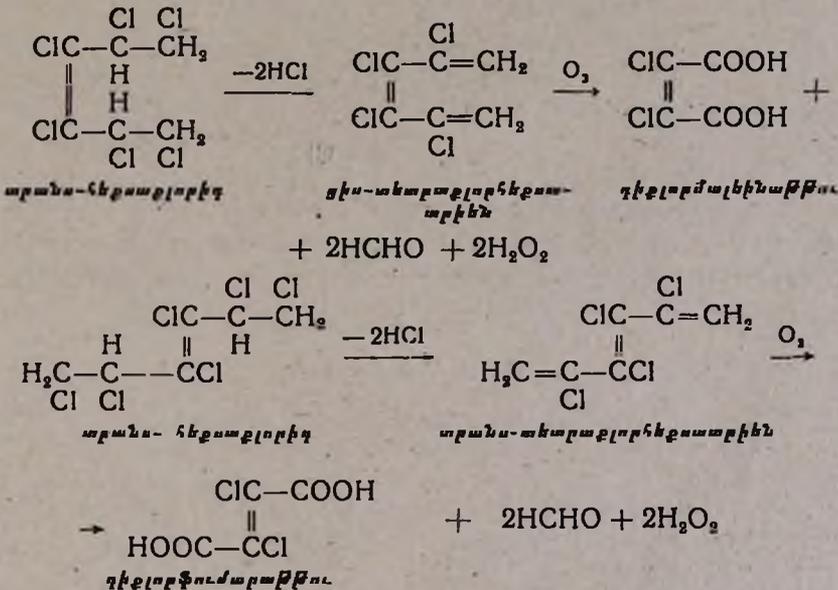
ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԴԻՎԻՆԻԼԱՑԵՏԻԼԵՆԻ ԵՎ ՆՐԱ ՀԱԼՈԳԵՆԱՅԻՆ ԱՄԱՆՑՅԱԼՆԵՐԻ ԲՆԱԳԱՎԱՌՈՒՄ

Հաղորդում II. 1,2,3,4,5,6-Հեքսաքլորհեքսեն-3-ի մոդիֆիկացիաները և նրանց հիման վրա կատարված սինթեզներ

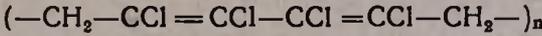
Ա մ փ ո փ ու մ

Դիվինիլացետիլենի քլորման պրոդուկտներում, բացի գրականության մեջ հայտնի 59° հալման կետով 1,2,3,4,5,6-հեքսաքլորհեքսեն-3-ից, հայտնաբերված է նրա նոր՝ 91°-ում հալվող մոդիֆիկացիան և ցույց է տրված, որ վերջինս հանդիսանում է ցիս-, իսկ առաջինը՝ տրանս-մոդիֆիկացիա:

Նրանց այս կամ այն մոդիֆիկացիային պատկանելի ապացուցված է նրանց դեհիդրոքլորումով գոյացող ցիս- ու տրանս-2,3,4,5-տետրաքլորհեքսատրիեն-1,3,5-ների օզոնման արդյունքով, որը կարելի է արտահայտել հետևյալ սխեմայով՝



Ծույց է տրված, որ հեքսաքլորհեքսենների դեհիդրոքլորումով ստացվող ցիս- և տրանս-տետրաքլորհեքսատրիենները և նրանցից հատկապես տրանս-իզոմերը, ինչպես կարելի էր սպասել, ընդունակ են պոլիմերվելու: Տրանս-տետրաքլորհեքսատրիենից ստացվող պոլիմերը՝ պոլիտետրաքլորհեքսատրիենը

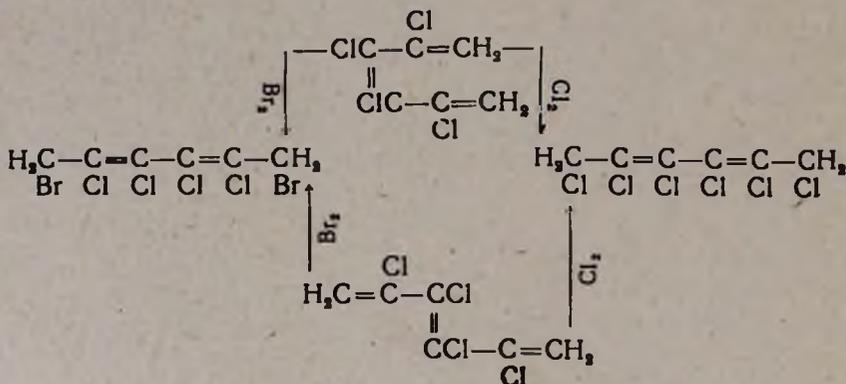


իրենից ներկայացնում է թերմոպլաստիկ մասսա, 35000—40000 մոլ-կշռով, լավ լուծվում է օրգանական լուծիչներում և, չնայած կրկնակի կապերի առկայությանը, նրանց հալոգեններով էկրանված լինելու հետևանքով հետագա փոփոխության չի ենթարկվում և աչքի է ընկնում հիմքերի ու թթուների հանդեպ իր կայունությամբ:

Ցիս-տետրաքլորհեքսատրիենն ավելի հակված է դիմերանալու:

Ստացված ցիս- և տրանս-տետրաքլորհեքսատրիենները, ուրիշ մոնոմերների նման, պահելիս պոլիմերանալուց կարելի է պաշտպանել նրանց ավելացնելով հանրածանոթ ստաբիլիզատորներ (հիդրոքինոն, ֆենիլ-նավթիլամին և այլն):

Յուլյց է տրված, որ ստացված ցիս- և տրանս-տետրաքլորհեքսատրիենները քլորելիս կամ բրոմելիս համադատասխանաբար ստացվում են միևնույն 1,2,3,4,5,6-հեքսաքլորհեքսադիենը կամ 1,6-դիբրոմ-2,3,4,5-տետրաքլորհեքսադիենը՝ հետևյալ սխեմայով.



Տրանս-հեքսաքլորհեքսանի մասնակի դեհիդրոքլորմամբ ստացվել է 2,3,4,5-պենտաքլորհեքսադիեն-1,3: Վերջինիս կառուցվածքն ապացուցվել է նրա օզոնմամբ 2,3,4,5-տետրաքլոր-2-պենտենալին թթու ստանալով:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. D. D. Coffman, W. H. Carothers, J. Am. Chem. Soc. 55, 2040 (1933).
2. А. Н. Акопян, Г. М. Мкрян, Н. А. Бабиян, О. Б. Гарибджанян. Изв. Армфана СССР 12 (15—16), 89 (1942).
3. С. Полстэйн, Сб. „Мономеры“. ИЛ, Москва, 1951, 49.
4. Chauvillat, C. r. 154, 776 (1912).
5. N. R. Eldred, D. M. Joung, J. Am. Chem. Soc. 75, 17, 4338 (1953).
6. E. H. Huntress, „Organic Chlorine Compounds“, N.-Y., 1943, 345.
7. В. В. Коршак, Н. Г. Матвеева, Изв. АН АрмССР, ОХН 1953, 344.