

## ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ПРЕПЯТСТВИЯ И РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

I. МИГРАЦИЯ АЛКИЛСУЛЬФОНИЛЬНОГО ОСТАТКА  
В АЛКИЛ-(1-ХЛОРНАФТИЛ-8)-СУЛЬФОНАХ

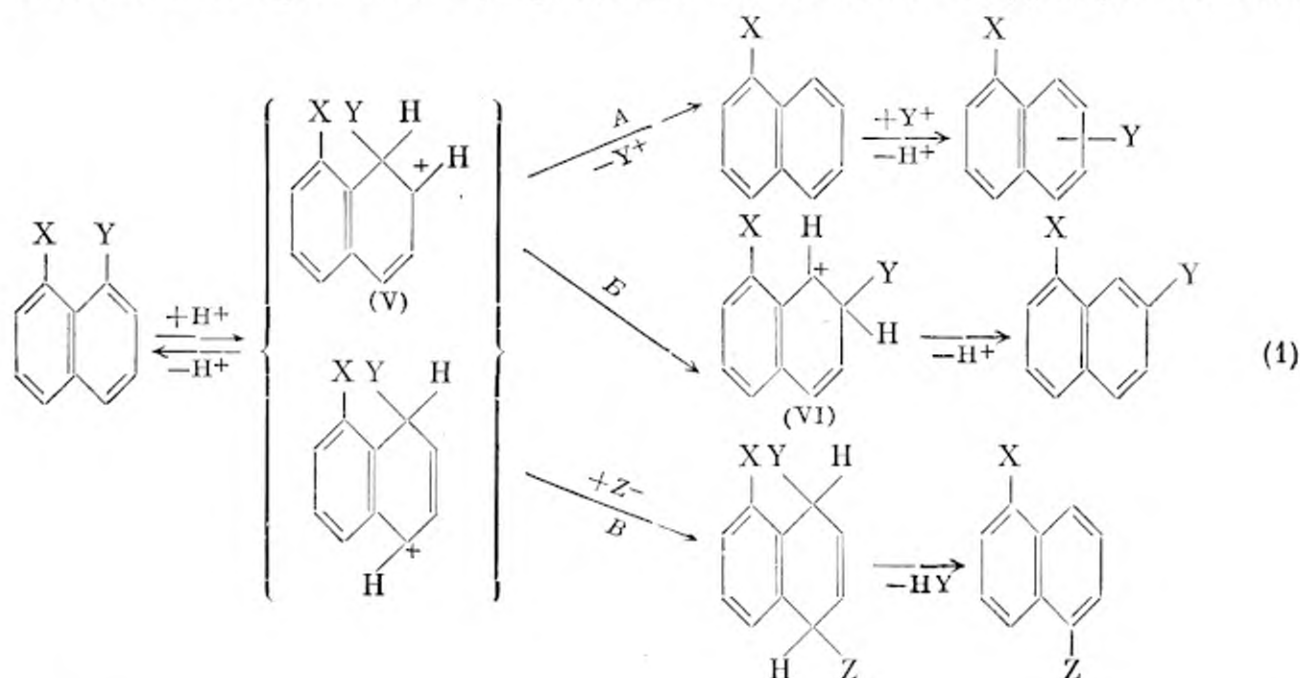
В. А. Коптюг, Т. Н. Герасимова и Н. Н. Ворожцов мл.

Армстронгом и Уинном [1] было показано, что 1,8-дихлорнафталин при нагревании с концентрированной соляной кислотой до 290° в запаянной трубке довольно гладко превращается в 1,5-дихлорнафталин. Другие изомеры дихлорнафталина в этих условиях не претерпевают изомеризации. Этими же исследователями отмечено, что при гидролизе 1,8-дихлорнафталин-3-сульфокислоты перегретым паром в присутствии серной или фосфорной кислот образуется 1,7-дихлорнафталин с выходом 40%. Кроме того, недавно [2] была кратко описана изомеризация 1,8-дибром-2,7-диоксинафталина в 1,6-дибром-2,7-диоксинафталин, протекающая при нагревании с бромистым водородом в уксусной кислоте.

Следует отметить, что изомерные превращения моно- и дигалоиднафталинов в присутствии галоидоводорода и таких катализаторов, как хлористый алюминий, окись алюминия и алюмосиликат, неоднократно описывались в литературе [3-9]. Необычность же отмеченных выше превращений 1,8-дигалоидзамещенных нафталинов состоит в том, что в этих случаях не требуется присутствия подобных катализаторов. Эта особенность связана, как нам кажется, с пространственным взаимодействием атомов галоида, занимающих пери-положения. Действительно, Ван-дер-ваальсов радиус атома хлора равен 1.80 Å, а брома — 1.95 Å [10], т. е. сближение двух химически не связанных атомов хлора на расстояние меньше 3.6 Å (в случае атомов брома 3.9 Å) будет сопровождаться возникновением между ними сил отталкивания. Расстояние же C<sub>(1)</sub>—C<sub>(8)</sub> в молекуле нафталина, вычисленное на основании данных рентгеноструктурного анализа [10, 11], составляет всего ~2.5 Å. Результатом этого должна явиться деформация молекулы 1,8-дигалоиднафталина, выражающаяся, по-видимому, в выходе атомов галоида из плоскости нафталинового ядра. Подобное предположение высказывалось ранее для объяснения того факта, что найденные дипольные моменты 1,8-дизамещенных нафталинов оказались заметно меньшими, чем рассчитанные на основании аддитивности моментов связей [12, 13]. Кроме того, выход заместителей из плоскости ароматического кольца и даже нарушение копланарности этого кольца из-за пространственного взаимодействия заместителей доказан в последнее время для целого ряда соединений. Так, с помощью дифракции электронов было показано [14], что молекулы *o*-дихлор-, *o*-дибром-, 1,2,4,5-тетрабром-, гексахлор- и гексабромбензолов не являются плоскими. Угол между связью С—Cl(Br) и плоскостью бензольного кольца колеблется для этих соединений от 12 до 18°, а расстояния между соседними атомами хлора и брома составляют соответственно ~3.2 Å и 3.3—3.4 Å. Согласно данным рентгенографического исследования [15], в октаметилнафталине α-СН<sub>3</sub>-группа отклонена от плоскости нафталинового кольца на 28°; отклонение соседней β-СН<sub>3</sub>-группы несколько меньше и направлено в противоположную сторону. Выход метильных групп из плоскости ароматического кольца для производных 4,5-диметилфенантрена доказан разделением этих соединений на оптические изомеры [16]. О случаях нарушения копланарности ароматического кольца см. обзор [17]. В свете данных этих работ предположение о нарушении плоского строения

молекул 1,8-дигалоиднафталинов\* и других 1,8-дизамещенных нафталинов с объемистыми заместителями можно считать в настоящее время достаточно вероятным.

При выходе пери-заместителей из плоскости нафталинового ядра валентные углы у атомов  $C_{(1)}$  и  $C_{(8)}$  изменяются в сторону величин, характерных для тетраэдрального расположения связей. Согласно воззрениям Хербштейна и Шмидта [18], гибридизация валентных электронов подобных атомов уже не может отвечать чистому ( $sp^2$ ) $p$ -типу, соответствующему плоской тригональной системе связей углерода, и приближается, по-видимому, до некоторой степени к тетраэдральной ( $sp^3$ )-гибридизации. Это должно облегчать образование активированного комплекса при атаке этих атомов электрофильной частицей, поскольку в таком комплексе реализуется уже частично имеющаяся тетраэдральная гибридизация валентных электронов. Повышенное сродство  $C_{(1)}$ - и  $C_{(8)}$ -атомов 1,8-дизамещенных нафталинов к электрофильным частицам создает, в частности, благоприятные условия для присоединения к этим атомам протона с образованием  $\sigma$ -комплексов, в результате чего, как нам кажется, могут иметь место три типа превращений, поясняемых следующей схемой.



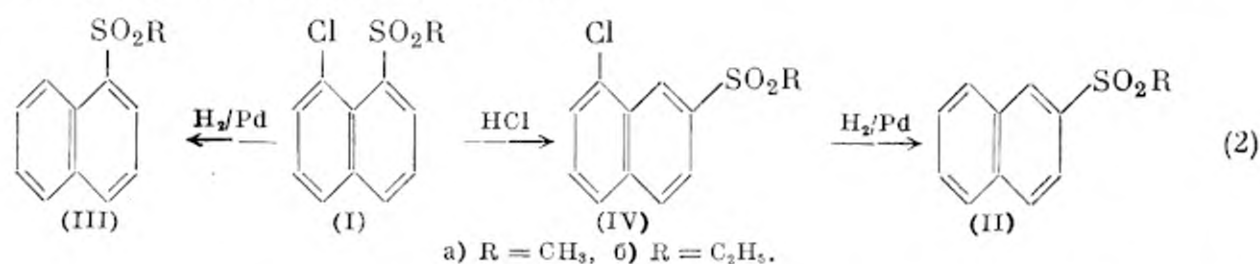
Превращение по пути А связано с обратимостью реакций электрофильного замещения и иллюстрируется, по-видимому, упомянутой выше изомеризацией 1,8-дибром-2,7-диоксинафталина в 1,6-дибром-2,7-диоксинафталин [2]. Изомеризация 1,8-дихлорнафталина в 1,5-изомер [1] является частным случаем ( $X=Y=Z=Cl$ ) превращения В, а образование 1,7-дихлорнафталина из 1,8-дихлорнафталин-3-сульфокислоты протекает, видимо, по пути В.

Изложенные соображения побудили нас заняться изучением реакций и свойств других пери-замещенных нафталинов и в первую очередь алкил-(1-хлорнафтил-8)-сульфонов, поскольку Ван-дер-ваальсов радиус атома серы достаточно велик (1.85 Å [10]).

При нагревании метил-(1-хлорнафтил-8)-сульфона (Ia) с концентрированной соляной кислотой в течение 5 часов при 200° нами было получено с выходом 40% вещество с т. пл. 160.5—161.0°, имевшее, согласно данным элементарного анализа, такой же состав, как и исходное соединение. При каталитическом гидрировании полученного вещества над палладием в спиртово-щелочном растворе с целью удаления атома хлора

\* За исключением, может быть, 1,8-дифторнафталинов.

(см. [19]) был получен с выходом 83.5% метил-(нафтил-2)-сульфон (IIa). При гидрировании же исходного метил-(1-хлорнафтил-8)-сульфона образуется, как и следовало ожидать, метил-(нафтил-1)-сульфон (IIIa, выход 86.5%). Приведенные данные указывали на то, что при нагревании с соляной кислотой метил-(1-хлорнафтил-8)-сульфон претерпевает изомеризацию за счет миграции метилсульфонильного остатка в  $\beta$ -положение. Действительно, полученное соединение оказалось идентичным как по температуре плавления, так и по ультрафиолетовому спектру \* метил-(1-хлорнафтил-7)-сульфону (IVa).



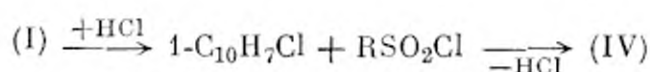
Аналогичные результаты получены и в случае этил-(1-хлорнафтил-8)-сульфона (Iб). При нагревании его с концентрированной соляной кислотой в течение 6.5 часа при 220—230° был получен с выходом 66% этил-(1-хлорнафтил-7)-сульфон (IVб). Положение этилсульфонильного остатка в исходном и полученном соединениях было подтверждено, как и в предыдущем случае, удалением атома хлора.

Отметить подобную миграцию сульфонильного остатка в случае бензил-(1-хлорнафтил-8)-сульфона не удалось, так как последний уже при 200—210° в значительной степени разлагается.

Следует подчеркнуть, что метил-(1-хлорнафтил-5)-, метил-(1-хлорнафтил-7)-, метил-(2-хлорнафтил-8)- и метил-(нафтил-1)-сульфоны не изменяются при нагревании с концентрированной соляной кислотой при 200—210°. Следовательно, миграция сульфонильного остатка характерна только для 1,8-измеров.

Механизм изомеризации алкил-(1-хлорнафтил-8)-сульфонов может быть представлен превращением B на схеме (1), где в данном случае X=Cl и Y=SO<sub>2</sub>R. Присоединение протона к исходному сульфону приводит к образованию  $\sigma$ -комплекса (V), где происходит не обратимое в данных условиях перемещение алкилсульфонильного остатка к соседнему атому углерода, несущему положительный заряд. Дальнейшее отщепление протона от  $\sigma$ -комплекса (VI) приводит к алкил-(1-хлорнафтил-7)-сульфону. Необходимость протона для протекания реакции подтверждается тем, что метил-(1-хлорнафтил-8)-сульфон не изменяется при нагревании его при 200° с 30% водным раствором хлористого натрия. Причины более легкой миграции алкилсульфонильного остатка по сравнению с атомом хлора остаются пока не ясными.

Превращение алкил-(1-хлорнафтил-8)-сульфонов в 1,7-изомеры можно было бы объяснить и межмолекулярной миграцией алкилсульфонильного остатка.\*\*



Однако в этом случае в результате реакции должна была бы образоваться смесь изомерных алкил-(1-хлорнафтил)-сульфонов. Кроме того, подобное предположение опровергается тем фактом, что при нагревании

\* Ультрафиолетовые спектры алкилхлорнафтилсульфонов будут приведены в следующем сообщении.

\*\* Известно, например, что дидурилсульфон нагреванием с концентрированной соляной кислотой до 200° расщепляется на дурул и серную кислоту [20].



1-хлорнафталина с метансульфохлоридом и соляной кислотой при 200—210° не было вообще отмечено образование сульфонов, и исходный 1-хлорнафталин был получен обратно с выходом 72.5%.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Получение алкилхлорнафтилсульфонов. Натриевая соль 1-хлорнафталин-5-сульфокислоты была получена из 1,5-аминсульфокислоты по [21]. Аналогично 1-амино-7-сульфокислота нафталина, выделенная из смеси с 1,6-изомером по методике [22], была превращена в натриевую соль 1-хлорнафталин-7-сульфокислоты. Применявшаяся нами натриевая соль 1-хлорнафталин-8-сульфокислоты — технический продукт. Действием на натриевые соли указанных сульфокислот пятихлористым фосфором были получены соответствующие сульфохлориды (см. [21]), очищавшиеся перекристаллизацией из гептана или октана. 2-Хлорнафталин-8-сульфохлорид был синтезирован обработкой 2-хлорнафталина хлорсульфоновой кислотой ([23], методика 1). Полученные сульфохлориды, температуры плавления которых соответствовали данным литературы, восстанавливались затем сульфитом натрия в щелочной среде [24] в хлорнафталинсульфиновые кислоты, для превращения которых в сульфоны использовалась следующая методика.

К раствору этилата натрия, приготовленному из 52 мг-ат. металлического натрия и 20 мл спирта, приливали горячий раствор 40 ммол. хлорнафталинсульфиновой кислоты в 30 мл спирта и 120 ммол. галоидного алкила (йодистый метил, йодистый этил или хлористый бензил) и смесь кипятили 3—5 часов в колбе с обратным холодильником. Полученный красный раствор охлаждали и для более полного выделения сульфона разбавляли водой. Выпавший сульфен отфильтровывали, промывали 5% раствором соды, водой и перекристаллизовывали из спирта. Выходы метилхлорнафтилсульфонов составляли при этом 72—88%, а этилхлорнафтилсульфонов 42—67%. В последнем случае, по-видимому, целесообразно увеличить выдержку. Температуры плавления и результаты элементарного анализа синтезированных сульфонов представлены в таблице.

Удаление хлора из алкилхлорнафтилсульфонов. Удаление атома хлора из алкилхлорнафтилсульфонов достигалось гидрированием в присутствии гидрокиси палладия, осажденной на углекислом кальции [19].\* 1.0 г катализатора в 5 мл спирта предварительно восстанавливали энергичным встряхиванием при комнатной температуре в атмосфере водорода, очищенного пропусканием через склянки с растворами перманганата калия, нитрата серебра и едкого кали. Поглощение водорода обычно оканчивалось через 1—1.5 часа. После этого в колбу для гидрирования загружали раствор 0.20 г алкилхлорнафтилсульфона в 25—45 мл спирта и 10 мл 10% спиртового раствора едкого кали и встряхивание продолжали до прекращения поглощения водорода, что обычно происходило через 0.5—1.0 час. В случае метил-(1-хлорнафтил-8)-сульфона и этилхлорнафтилсульфонов даже при удвоенном количестве катализатора требовалось более продолжительное (до 3 часов) встряхивание.\*\* Катализатор отфильтровывали и дехлорированный сульфен выделяли отгонкой спирта. Из метил-(1-хлорнафтил-5)-, метил-(1-хлорнафтил-8)- и метил-(2-хлорнафтил-8)-сульфонов при этом был получен метил-(нафтил-1)-сульфон, имевший т. пл. 98—100°; после перекристаллизации из спирта т. пл. 101.5—102.0°; по данным [26] т. пл. 102—103°. Метил-(1-хлорнафтил-7)-сульфон дал метил-(нафтил-2)-сульфон с т. пл. 141—141.5°; в ли-

\* Катализатор содержал 2.2% гидрокиси палладия.)

\*\* Ср. влияние строения ненасыщенных сульфонов на скорость их гидрирования [25].

Алкилхлорнафтилсульфон	Состав	Температура плавления	Найдено (%)				Вычислено (%)			
			C	H	Cl	S	C	H	Cl	S
Метил-(1-хлорнафтил-5)-сульфон	$C_{11}H_9O_2ClS$	141.0—141.5°	54.71, 54.77	3.68, 3.53	14.60, 14.23	12.90, 13.34	54.88	3.77	14.73	13.32
Метил-(1-хлорнафтил-7)-сульфон	То же	160.5—161.0	54.56, 54.84	3.65, 3.65	14.26, 14.54	12.99, 13.06	54.88	3.77	14.73	13.32
Метил-(1-хлорнафтил-8)-сульфон	»	126.5—127.0	—	—	14.54, 14.43	13.08, 13.13	—	—	14.73	13.32
Метил-(2-хлорнафтил-8)-сульфон	»	117.5—118.0	54.63, 54.74	3.64, 3.63	14.38, 14.12	12.81, 12.80	54.88	3.77	14.73	13.32
Этил-(1-хлорнафтил-7)-сульфон	$C_{12}H_{11}O_2ClS$	122.0—122.5	56.45, 56.53	4.24, 4.32	13.86, 13.66	12.73, 12.65	56.57	4.35	13.92	12.59
Этил-(1-хлорнафтил-8)-сульфон	То же	143.0—143.5	—	—	13.95, 14.31	12.26, 12.18	—	—	13.92	12.59
Бензил-(1-хлорнафтил-8)-сульфон	$C_{17}H_{13}O_2ClS$	170.5—171.0	—	—	10.96, 10.93	10.05, 10.20	—	—	11.19	10.01

температуре [26] т. пл. 142—143°. Аналогично из этил-(1-хлорнафтил-8)- и этил-(1-хлорнафтил-7)-сульфонов были получены соответственно этил-(нафтил-1)- и этил-(нафтил-2)-сульфоны с т. пл. 88—89 и 42—44,5°; в литературе [26] для них приводятся т. пл. 88—89 и 43—45°. Выходы дехлорированных сульфонов составляли 83.5—97%. С целью идентификации они были синтезированы встречно, исходя из 1- и 2-нафталинсульфиновых кислот (о их получении см. [27] и [28]) по вышеописанной методике и имели следующие температуры плавления: метил-(нафтил-1)-сульфон 101—102°, метил-(нафтил-2)-сульфон 141.5—142°; этил-(нафтил-1)-сульфон 88.5—89.0° и этил-(нафтил-2)-сульфон 43.5—44.0°. Во всех случаях пробы смешения с соответствующими сульфонами, полученными из алкилхлорнафтилсульфонов, не дали понижения температуры плавления.

Нагревание алкилхлорнафтилсульфонов с соляной кислотой. Метил-(1-хлорнафтил-8)-сульфон. Опыт 1. 2 г метил-(1-хлорнафтил-8)-сульфона нагревали в запаянной стеклянной трубке с 10 мл концентрированной соляной кислоты\* в течение 5 часов при температуре бани 200°. При вскрытии трубки на дне ее была обнаружена черная смолистая масса с вкрапленными бесцветными кристаллами. После промывки ее на фильтре водой, 5% раствором едкого натра, вновь водой и затем 1—2 мл спирта было получено 1.25 г сероватого вещества с т. пл. 140—148°, давшего при перекристаллизации из спирта 0.80 г почти бесцветных пластинок с т. пл. 158—159.5°. Дальнейшая перекристаллизация из спирта подняла температуру плавления до 160.5—161°. Результаты

\* Во всех опытах объем реакционной смеси составлял 15—17% от объема трубки.

элементарного анализа соответствуют составу метилхлорнафтилсульфона.

Найдено %: Cl 14.24, 14.20; S 13.51, 13.52.  $C_{11}H_9O_2ClS$ . Вычислено %: Cl 14.73; S 13.32.

При каталитическом гидрировании вещества был получен с выходом 83.5% метил-(нафтил-2)-сульфон, имевший т. пл. 139—140°; после перекристаллизации из спирта т. пл. 141.0—141.5°; по данным [26]: т. пл. 142—143°. Проба смешения с заведомым метил-(нафтил-2)-сульфоном не дала понижения температуры плавления.

Приведенные выше данные позволили предположить, что полученное в данном опыте вещество является метил-(1-хлорнафтил-7)-сульфоном. Действительно, проба смешения его с заведомым метил-(1-хлорнафтил-7)-сульфоном, полученным из соответствующей сульфоновой кислоты (см. выше), не дала понижения температуры плавления. Идентичными оказались и ультрафиолетовые спектры этих образцов.

Опыт 2 проводился аналогично опыту 1 при 150—165°. При этом было получено 1.95 г сероватого вещества с т. пл. 114—123°. Проба смешения с исходным сульффоном понижения температуры плавления не дала.

Опыт 3. При нагревании 2 г метил-(1-хлорнафтил-8)-сульфона с 10 мл 30% раствора хлористого натрия в запаянной трубке в течение 5 часов при температуре бани 200° было получено 1.96 г исходного сульффона с т. пл. 123.5—126°.

Этил-(1-хлорнафтил-8)-сульфон. 0.35 г этил-(1-хлорнафтил-8)-сульфона нагревали в запаянной стеклянной трубке с 3.0 мл концентрированной соляной кислоты в течение 6.5 часов при температуре бани 220—230°. При промывке полученного темного маслянистого осадка 5% раствором едкого натра, водой и 1 мл эфира на фильтре осталось 0.23 г сероватого вещества с т. пл. 116.5—117.5°; после перекристаллизации из спирта т. пл. 122.5—123°.

Найдено %: C 56.56, 56.29; H 4.25, 4.18; Cl 14.06, 14.28; S 12.34, 12.35.  $C_{12}H_{11}O_2ClS$ . Вычислено %: C 56.57; H 4.35; Cl 13.92; S 12.59.

Проба смешения полученного вещества с этил-(1-хлорнафтил-7)-сульфоном не дала понижения температуры плавления. Проба смешения с исходным сульффоном расплавилась при 98—112°. При каталитическом гидрировании полученного сульффона образуется этил-(нафтил-2)-сульфон; выход 88%; после перекристаллизации из спирта т. пл. 42—44.5°, по данным [26], т. пл. 43—45°.

Бензил-(1-хлорнафтил-8)-сульфон. При нагревании 0.70 г бензил-(1-хлорнафтил-8)-сульфона с 3.5 мл концентрированной соляной кислоты в течение 5.5 часов при температуре бани 200—210° после вскрытия трубки на дне ее были обнаружены темное масло и осадок. Осадок отфильтровали, промыли водой, 5% раствором едкого натра и вновь водой. При этом было получено 0.25 г сероватого вещества с т. пл. 161.5—164°. Проба смешения с исходным сульффоном не дала понижения температуры плавления. Отфильтрованное нейтральное масло (0.34 г) не дало пикрата, а следовательно, не содержало  $\alpha$ -хлорнафталина.

Сульфоны, не имеющие пространственного взаимодействия заместителей. Метил-(1-хлорнафтил-5)-, метил-(1-хлорнафтил-7)- и метил-(2-хлорнафтил-8)-сульфоны при нагревании с концентрированной соляной кислотой в течение 5.5 часов при 200—210° были получены обратно с выходом 91.5—96%. Осмоление при этом не происходило, и температура плавления сульфонов снижалась лишь на 0.5—2.5°. Метил-(нафтил-1)-сульфон также практически не изменяется при нагревании с соляной кислотой до 220—230° (выход 92%). При более высокой температуре наблюдается осмоление; однако образования  $\beta$ -изомера отметить не удалось.



Нагревание 1-хлорнафталина с метансульфохлоридом. Запаянную трубку, содержащую 2 г 1-хлорнафталина (т. кип. 258—259°), 1.41 г метансульфохлорида\* (т. кип. 161—162°) и 10 мл концентрированной соляной кислоты, нагревали в течение 5 часов при температуре бани 200—210°. Содержимое трубки (красное масло и бесцветный раствор) разбавили водой и извлекли эфиром. Эфирный раствор после промывки водой и разбавленным раствором едкого натра высушили безводным хлористым кальцием и эфир отогнали. Оставшееся при этом масло не содержало соединений серы (качественная проба по [3<sup>0</sup>]) и при обработке части его пикриновой кислотой дало с выходом 83.5% пикрат, идентичный пикрату исходного 1-хлорнафталина. Масло перегоняется при 256°. В литературе [31] для 1-хлорнафталина приводится т. кип. 259. 3° (при 760 мм).

### Выводы

1. Синтезированы семь не описанных ранее алкилхлорнафтилсульфонов.
2. При нагревании метил- и этил-(1-хлорнафтил-8)-сульфонов с концентрированной соляной кислотой соответственно при 200 и 220—230° происходит необратимая миграция алкилсульфонильного остатка в соседнее β-положение, в результате чего образуются метил- и этил-(1-хлорнафтил-7)-сульфоны. Причиной миграции является пространственное взаимодействие атома хлора и сульфониальной группы, приводящее, по-видимому, к выводу этих заместителей из плоскости нафталинового кольца.
3. Показана возможность гладкого удаления атома хлора из алкилхлорнафтилсульфонов путем каталитического гидрирования над палладием в спиртово-щелочном растворе.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Н. Е. Armstrong, W. P. Wynn, Ch. News, 76, 69 (1897) Pr. Chem. Soc., 182, 154 (1896/97). — [2] R. G. Cooke, B. L. Johnson, W. R. Owen, Chem. Ind., 1957, 1623. — [3] M. L. Roux, Bull. Soc. Chim., [2] 45, 510 (1886). — [4] Н. Е. Fischer, R. H. Clark, Can. j. res., Sect. B, 17, 251 (1939). — [5] F. Mayer, R. Schiffner, Ber., 67, 67 (1934). — [6] J. P. Wibaut, G. P. Bloem, Rec. trav. chim., 69, 586 (1950). — [7] Н. Н. Ворожцов мл., А. М. Бескин, ЖОХ, 24, 657 (1954). — [8] Копкэ, Окава, J. Chem. Soc. Japan, Pure Chem. Sect., 76, 117 (1955); РЖХим., 1956, 74916. — [9] J. Zalkind Z. Stezura, Ber., 64, 953 (1931). — [10] М. В. Волькенштейн. Строение и физические свойства молекул. М.—Л., 129 (1955). — [11] D. W. J. Cruickshank, Acta crystallogr., 10, 504 (1957); РЖХим., 1958, 63531. — [12] E. Bergman, J. Hirschberg, J. Chem. Soc., 1936, 331. — [13] K. B. Everard, L. E. Sutton, J. Chem. Soc., 1949, 2312. — [14] O. Bastiansen, O. Hassel, Acta Chem. Scand., 1, 489 (1947); Zbl., 1947, 858. — [15] D. M. Donaldson, J. M. Robertson, J. Chem. Soc., 1953, 17. — [16] M. S. Newman, A. S. Hussey, J. Am. Chem. Soc., 69, 3023 (1947). — [17] E. Harnik, F. H. Herstein, G. M. J. Schmidt, J. Chem. Soc., 1954, 3288. — [18] F. H. Herstein, G. M. J. Schmidt, J. Chem. Soc., 1954, 3303. — [19] M. Busch, H. Stöve, Ber., 49, 1063 (1916). — [20] O. Jacobsen, E. Schnaprauff, Ber., 18, 2841 (1885). — [21] R. W. Beattie, F. C. Whitmore, J. Am. Chem. Soc., 55, 1547 (1933). — [22] Г. Э. Фирц-Давид, Л. Бланже. Основные процессы синтеза красителей. ИЛ, 166 (1957). — [23] E. H. Huntress, F. H. Carten, J. Am. Chem. Soc., 62, 511 (1940). — [24] R. W. Beattie, F. C. Whitmore, J. Am. Chem. Soc., 55, 1567 (1933). — [25] L. Bateman, F. W. Shipley, J. Chem. Soc., 1958, 2888. — [26] Ч. Сьютер. Химия органических соединений серы, ИЛ, т. III. 108 (1951). — [27] L. Gattermann, Ber., 32, 1136 (1899). — [28] R. Otto, A. Rössig, J. Tröger, J. pr. Ch., [2], 47, 94 (1893); Zbl., 1893, I, 348. — [29] J. S. Marvel, M. D. Helfrick, J. P. Belsley, J. Am. Chem. Soc., 51, 1272 (1929). — [30] К. Бауер. Анализ органических соединений. ИЛ, 12 (1953). — [31] Elsevier's Encyclopaedia of Org. Chem., Series III, v. 12B, 264 (1948).

Поступило в Редакцию  
24 февраля 1959 г.

Московский  
химико-технологический институт  
имени Д. И. Менделеева.

\* Получен по [29].