

Органическая химия в социалистическом строительстве

В настоящей работе я ставлю себе целью дать характеристику развития органических отраслей химической промышленности (т.-е. тех отраслей, которые занимаются добычей и переработкой органических веществ) в Советском Союзе, указать, чем эта промышленность у нас должна и начинает отличаться от промышленности капиталистических стран, и наметить конкретные пути перестройки органической химии, как науки, с тем, чтобы органическая химия могла в наибольшей степени удовлетворить практическим требованиям социалистического строительства.

Органическая химия, как и всякая другая наука, возникла и выросла из потребностей и достижений человеческой практики. Рассматривая развитие этой части химии и тех отраслей промышленности, с которыми она связана за время примерно с начала 19-го столетия, когда органическая химия стала обособляться в качестве отдельной науки, можно в этом промежутке времени различить три периода:

1. До второй половины прошлого столетия промышленность ограничивалась извлечением немногих органических веществ из природных материалов, довольно несовершенной очисткой этих веществ и в редких случаях весьма примитивной химической переработкой их. Сравнительно широко используемыми материалами были: каменный уголь, дерево, некоторые сельскохозяйственные продукты, растительные (главным образом, хлеб, картофель, сахароносные растения, растения, дающие волокнистые материалы) и животные (жир, кожа). Каменный уголь подвергали сухой перегонке, но без выделения и химической переработки (в промышленном масштабе) отдельных образующихся соединений. Дерево также перегоняли, но с самым грубым разделением продуктов. Из сахарного тростника и свеклы выделяли сахар. Из картофеля, зерновых продуктов и др. брожением получали спирт. Жиры перерабатывали на мыло и стеарин. Кожу дубили с помощью очень простой (без всякого сознательного применения химии) обработки дубовой и т. п. корой. Из некоторых растений получали жирные и эфирные масла, лекарства, краски и другие продукты, но почти всегда даже без разделения на отдельные соединения.

Соответственно такому состоянию практики, органическая химия была тогда почти чисто описательной наукой. Отдельные соединения (а иногда и прямо смеси) описывались, указывались способы их добывания, определялся элементарный состав. Учение о строении химических соединений было в самом зачаточном состоянии (электрохимическая теория Берцелюса, теории радикалов и типов). Наиболее крупной задачей, которую

ставили себе органики того времени, было выяснение вопроса о возможности искусственного приготовления тех соединений, которые нам дает природа в растительных и животных организмах. Этот вопрос имел принципиальное философское значение (спор материалистов с идеалистами) и, конечно, практическое значение, как вопрос о нахождении более дешевых способов приготовления различных практически важных продуктов, но это практическое значение тогда почти не чувствовалось.

Вторая половина 19-го столетия, время наибольшего расцвета капитализма, характеризуется бурным развитием промышленности. Во много раз выросла и выработка химических продуктов. Стали использоваться новые виды сырья, из которых особенно важным явилась нефть. Появились также некоторые новые отрасли химической промышленности, основанные на более сложной химической переработке природных материалов. Тонкая переработка продуктов коксования каменного угля привела к развитию производства искусственных органических красителей (анилиновые краски, ализарин, индиго и др.), к производству новых взрывчатых веществ (нитросоединения ароматического ряда), большого числа новых фармацевтических препаратов и т. д. Для некоторых веществ (напр. ализарин, и индиго) синтетические способы приготовления полностью или почти полностью заставили прекратить непосредственное извлечение их из растений.

Эти практические успехи стали возможны только на новой теоретической основе, на основе структурной теории. Только знание строения вещества дает возможность вести превращения этого вещества в определенном, требуемом практикой направлении. Возрастающие потребности промышленности заставили таким образом разработать теорию так, чтобы удовлетворить этим потребностям. А развитие теории выявило и новые возможности синтеза, которые вели иногда к получению соединений, вовсе неизвестных раньше.

Однако и в этот период преобладающим направлением в химической промышленности было все-таки выделение и очистка веществ, непосредственно даваемых природой, или самая простая только их переработка. Отрасли органической химпромышленности сахарная, бродильная, лесохимическая, жировая, кожевенная, текстильная выросли количественно, но не испытали больших качественных сдвигов. Нефтяная промышленность ограничивалась перегонкой нефти, т.-е. чисто физическим разделением ее на составные части, и т. д. Методы выделения и очистки продуктов, конечно, во многих случаях были значительно улучшены, но источники их получения по большей части остались те же самые. Даже для тех отраслей промышленности, где получаемый продукт резко отличался по свойствам от исходного материала и готовился иногда путем довольно сложных химических превращений, остались в силе следующие характерные особенности:

1. Каждое вещество получалось лишь из немногих материалов. Напр., этиловый спирт готовился только брожением углеводов; метиловый спирт — только сухой перегонкой дерева; уксусная кислота — перегонкой дерева или биохимическим окислением спирта; сахаристые вещества — прямым извлечением из растений и в небольших размерах гидролизом крахмала; бензин только из нефти; синтетические органические красители только из продуктов коксования угля; мыло только из жиров.

2. Каждый вид природных материалов перерабатывался лишь на немно-

гие продукты (за исключением каменного угля, да и то его использование в то время с точки зрения современных достижений техники должно быть признано довольно однообразным). Нефть шла только на топливо и для освещения; из картофеля получали спирт и в небольшом количестве патоку (глюкозу); из хлопка—ткани и масло; лес давал бумагу, деготь, скипидар, канифоль, уксусную кислоту, метиловый спирт и ацетон.

3. Многие виды сырья использовались очень ограниченно не только в качественном, но и в количественном отношении. При некоторых производствах оставалась масса отходов, которые местами сжигались, а иногда и просто выбрасывались. Особенно варварски поступали с лесом. Лесная промышленность накапливала столько опилок, что из-за них приходилось переносить заводы с места на место.

Сказанное здесь касается всей химической промышленности, в мировом масштабе. В таких отсталых странах, как царская Россия, указанные недостатки проявлялись с особенной силой. В России органическая химическая промышленность почти целиком была добывающей, а не обрабатывающей. У нас в то время добывали в довольно большом количестве спирт, сахар, нефть; в меньших размерах получались растительное волокно, масла, жиры, мыло, стеарин. Собственно синтетических отраслей, основанных на сложной химической обработке сырья, можно считать, вовсе не было (разве только ничтожная выработка красок).

Наука, в органической химии та же структурная теория, уже тогда давала возможность сделать много больше. В лабораториях был разработан целый ряд разнообразных синтезов, которые позволяли получать многие вещества из очень различных источников. Ученые указывали на эти возможности. Напр., Д. И. Менделеев резко восставал против использования нефти только в качестве топлива (он говорил: «Нефть не топливо. Топить можно и ассигнациями»).

Но капиталистическое общество, особенно капитализм слабо развитых стран, в частности России, не нуждалось в большом развитии промышленности. Теория тогда опережала практику, и далеко не все достижения науки могли быть использованы.

Таково в общем положение было и в самом начале 20-го века.

Резкий сдвиг произошел во время мировой войны и последовавшей за ней у нас пролетарской революции.

К 1914 году химия и химическая промышленность получили особенное развитие в Германии; и как раз Германия во время войны оказалась отрезанной от большей части источников сырья. Немцам пришлось из того немногого, что у них было, готовить все необходимое для военных действий. Они стали получать, напр., в больших размерах азотную кислоту из воздуха, серную кислоту готовили из гипса, нефтяные продукты полукоксованием и гидрированием каменного угля, спирт и уксусную кислоту из угля же через ацетилен, каучук из ацетона (а ацетон через уксусную кислоту опять из угля). Получили быстрое развитие, а частью впервые появились многие отрасли синтетической промышленности.

Война содействовала также развитию и росту химии вообще, а в особенности синтетической химии и в ряде других стран: Северо-Американских Соединенных Штатах, Англии, Франции, Японии. Эти страны, в противоположность Германии, остались при больших запасах разнообразного

сырья, но не имели раньше такой промышленности, которая могла бы покрыть возросшую во время войны потребность в химических продуктах.

После войны химическая промышленность в капиталистических государствах продолжала в общем развиваться. Однако, некоторые сложные синтетические производства замерли. Напр., немецкий искусственный каучук не мог выдержать конкуренции с природным каучуком, который очень дешево добывается рабским трудом колониальных народов.

Наконец, в последние годы всеобщий кризис сократил все отрасли промышленности капиталистического мира (хотя химическая промышленность, наиболее нужная для подготовки войны, пострадала сравнительно меньше).

Резким исключением, страной, где нет и не может быть кризиса, явился Советский Союз. С 1929 г. по 1932 г. продукция всей нашей крупной промышленности выросла с 21 миллиарда рублей (в ценах 1926-27 года) до 43 миллиардов рублей, т.-е. вдвое больше, в то время, как в богатейшей капиталистической стране эти же четыре года дали снижение до 54%. К концу 2-й пятилетки, в 1937 г., 17-м съездом партии утвержден общий размер продукции всех отраслей промышленности на сумму 92,7 млрд. рублей, т.-е. еще в два с лишним раза больше.

Эти цифры относятся ко всей промышленности в целом. Химическая промышленность, которая в 1-й пятилетке несколько отстала, будет развиваться еще быстрее. Здесь, как по количеству добываемого сырья (важнейших видов его, напр., угля, нефти и газов и т. д.), так и по вырабатываемой продукции, задание на 1937 г. составляет значительно больше 200%, а иногда и до 300% и более того, что было в 1932 г.

Это касается количественной стороны дела. Социалистическая промышленность не боится перепроизводства. Как бы быстро ни шло у нас развитие производительных сил и как бы много продукции ни могла дать наша промышленность,—результатом будет не развал, а только дальнейшее укрепление народного хозяйства и улучшение условий жизни трудящихся. Каждое производство в социалистическом обществе может и должно ставиться так, чтобы сырье возможно полнее использовалось и чтобы продукты получались в большем количестве и лучшего качества.

Относительное развитие отдельных отраслей промышленности определяется общим народно-хозяйственным планом.

Неограниченная возможность развития производительных сил и общее сознательное планирование всей промышленности составляют очень важные преимущества социалистического хозяйства, которые позволяют максимальными темпами улучшать технику и строить производство на основе использования всех достижений науки.

Сюда прибавляется очень важное обстоятельство, с необходимостью заставляющее это делать. Советский Союз с самого момента пролетарской революции оказался, подобно Германии во время мировой войны, окруженным врагами. Разница в том, что Германия была изолирована от внешнего мира сравнительно кратковременно, а мы находимся в капиталистическом окружении уже 17-й год, и конец этого окружения, может-быть, не так близок. Пока нет войны, Советский Союз имеет все-таки торговые сношения с капиталистическими странами. Но война может случиться в каждый момент, и мы всегда можем оказаться отрезанными

от всех внешних рынков. Значит, нам необходимо так строить свое хозяйство, чтобы у себя из своего собственного сырья и на своих заводах получать все, что нужно и для мирной жизни и для обороны. Это должно быть принято во внимание при развитии всех отраслей промышленности и особенно при развитии химической промышленности. Эта промышленность больше других занимается как раз изменением свойств самих материалов, которые идут уже на изготовление различных изделий.

Наиболее разнообразной переработке поддаются соединения углерода. К углеродным соединениям принадлежат все главные виды питательных веществ: белки, жиры и углеводы; все вещества, из которых делается одежда человека (хлопчатобумажные и льняные ткани, шерсть, шелк, кожа); дерево и приготовляемые из дерева или соломы строительные материалы; мыло; большая часть лекарств; большая часть красок; взрывчатые вещества; отравляющие вещества; наконец, пластические массы, из которых можно делать разные мелкие поделки, небьющееся стекло, фотопленку, электрическую изоляцию и даже части машин, с успехом заменяя ими металлы.

Все это принципиально может быть приготовлено из любого сырья, содержащего углерод, а практически построение социализма в одной стране требует, чтобы эта страна добывала любые необходимые продукты из имеющихся у себя видов сырья. Только освоив сложные химические производства, мы можем быть уверены, что социалистическое строительство не только не будет сорвано, но и не будет очень задержано никакими прямыми или косвенными препятствиями, создаваемыми империализмом.

Поэтому у нас самым быстрым темпом должны развиваться обрабатывающие, синтетические отрасли химпромышленности.

В первой пятилетке главное внимание партии и правительства неизбежно было обращено на энергетику, металлургию и машиностроение, так как все это является основой развития всех других отраслей промышленности и основой социалистической перестройки сельского хозяйства. Однако уже тогда получили резкий толчок вперед две отрасли обрабатывающей органической химпромышленности. Это были: химическая выработка жидкого топлива и синтетический каучук.

Тракторы, автомобили, самолеты потребовали громадных количеств жидкого горючего. Удовлетворение спроса на бензин и керосин уже не могло быть достигнуто простой перегонкой нефти. Пришлось широко поставить крекинг, который в несколько раз увеличивает выход легких фракций. Кроме того, некоторые важные сельско-хозяйственные районы, в первую очередь Западно-Сибирский Край, не имеют своих запасов нефти. Здесь выход дало получение нефтяных продуктов путем полукоксования сапропелитовых и каменных углей. Неларом вредитель Рамзин, желая особенно задержать развитие восточных частей Союза, говорил: «Не портите топлива химической переработкой». После разгрома вредителей, развитие каменноугольной промышленности в Сибири вообще и в частности на получение из углей жидкого топлива пошло быстрыми шагами. На 17-й партконференции (1932 г.) т. Сталин обратил внимание на Сибирские сапропелиты.

Второе сложное органическое производство, быстро налаженное у нас, — получение каучука, потребность в котором для тракторов, автомобилей,

военного дела и т. д. тоже чрезвычайно возрасла. Еще несколько лет тому назад каучук у нас совсем не получали. В 1930 г. на 16-м съезде Сталин подчеркнул необходимость немедленной организации каучуковой промышленности: «У нас нет каучука. У нас будет каучук». К настоящему времени пущено уже три завода синтетического каучука по способу, разработанному С. В. Лебедевым (из спирта, через бутадиен) и близок к техническому освоению другой способ: из ацетилена через хлоропрен.

Во второй пятилетке удельный вес обрабатывающих отраслей органической химической промышленности еще более возрастет. Особенно будут развиваться:

Коксохимическая и анилино-красочная промышленность.

Добыча каменных углей в 1937 г. запроектирована в 152 милл. тонн (что составит 235% выработки 1932 г.) Выработка кокса и полукокса намечена около 50 милл. тонн. Из химических продуктов будут получаться главным образом с одной стороны искусственное жидкое топливо, с другой — промежуточные продукты и красящие вещества. До войны в России была всего одна фабрика по переработке ароматических углеводородов (в Кинешме), продукция которой была ничтожна по количеству и однообразна по качеству. В 1929 г. СССР выработал уже 13200 т. красок (при мировом производстве 220-230 тыс. тонн), при чем это были почти исключительно анилиновый черный и азокраски. В 1933 г. было 17266 тонн. На 1937 г. намечено 50600 т., при значительно более разнообразном ассортименте. На первый план выдвигаются наиболее ценные и сложные краски, как индиго, индантрены, производные антрацена и карбазола.

К анилокрасочной промышленности примыкает также целый ряд синтетических производств на базе ароматических углеводородов и фенолов: пластические массы, ускорители вулканизации резины, флотационные реагенты, искусственные дубители, медицинские, парфюмерные, душистые и вкусовые вещества, фотографические химикаты. Выработка одних синтетических дубителей намечена на 1937 г. в размере 60000 тонн (т. е. больше, чем всех органических красок).

Химическое использование нефти и природных газов.

Нефти и газов в 1937 г. запроектировано добыть 47 милл. тонн. Значительное количество нефти пойдет на химическую переработку путем крекинга, причем в последнее время наиболее целесообразным начинают считать парофазный крекинг. Он дает бензины с лучшими антидетонационными свойствами (больше непредельных и ароматических углеводородов) и большой выход газов, которые являются великолепным сырьем для синтезов. Главные составные части этих газов: этилен, пропилен, бутулен, изобутулен, бутадиен, парафины. Из этилена можно получить этиловый спирт (тонна нефти может дать до 250-300 кг., что по мнению Добрянского выгоднее, чем готовить спирт брожением), а из спирта, напр., каучук. Можно готовить каучук и минуя спирт, так как крекинг нефти при соответствующих условиях дает до 25% бутадиена. Из этилена же готовится хлоргидрин гликоля, применяемый для ускорения созревания плодов

и овощей (как и сам этилен) и в качестве полупродукта для синтезов, и гликоль (для автотракторного дела, приготовления взрывчатых веществ и т. д.), хлористый этил (напр., для пластических масс). Вся потребность в этилене к концу 2-й пятилетки исчислена в 250000 т. Гликоля понадобится 100000 т., хлоргидрина 25000 т.

Из других непредельных углеводородов также получают хлориды, спирты, гликоли, применяемые в качестве растворителей, как сырье для дальнейших синтезов и т. д.

Довольно важной областью химического использования нефти является окисление высших ее фракций с целью получения высших жирных кислот для мыловаренной промышленности. Выход кислот, нерастворимых в воде, более 50%.

Выделяющиеся вместе с нефтью, а иногда отдельно от нее природные газы состоят главным образом из метана. Его термическая обработка дает, в зависимости от условий, непредельные углеводороды: этилен (можно получить до 80%), ацетилен и более сложные; ароматические углеводороды, масла, похожие на нефть. Все эти продукты могут идти и для дальнейших синтезов, а получаемый при пиролизе метана водород применяется для синтеза аммиака или для гидрирования каменноугольных смол, нефтяных остатков и других органических веществ. Хлорирование метана приводит к веществам, которые применяются, как растворители, или служат материалом для новых синтезов (метилового спирта, формальдегида). Наконец, окислением метана удается и прямо готовить формальдегид, потребность в котором сельского хозяйства (протравливание семян) и промышленности (особенно пластмассы) очень велика.

Лесохимия и искусственное волокно.

Леса Советского Союза занимают около 1 миллиарда га (около $\frac{1}{3}$ всей лесной площади мира). Весь отход от живого леса составляет 2,5 млрд. тонн в год. Использовано в 1932 г. 9 млн. кубометров. На 1937 г. намечено получить отходов от лесопиления, которые можно будет использовать химически, до 55 млн. кубометров.

В этом химическом использовании прежние методы: извлечение скипидара и канифоли, сухая перегонка с получением уксусной кислоты, метилового спирта, ацетона и пр., должны будут в значительной степени дополниться, а иногда и уступить место новым, основанным опять-таки на более сложных химических процессах.

Даже самое обугливание древесины выгоднее проводить мокрым путем, нагреванием под давлением с катализаторами (напр. фосфорная и серная кислоты, сода, щелочи, хлористый магний). При этом угля получается 50% вместо 35-38%; уксусной кислоты 5,5-8,8% вместо 3,2%-6%; метилового спирта 1,2%-2,2% вместо 0,96%-2%. Очень большое место в лесохимии должно занять получение сахара (глюкозы) гидролизом клетчатки. Этот сахар может потом применяться или как таковой (на корм скоту) или сбраживаться на спирт.

При комбинированном использовании отходы только крупных предприятий дадут в 1937 году: сахара 3 млн. тонн, уксусной кислоты—270000 тонн.; метилового спирта—45000 тонн.

Накопец, отдельной большой отраслью промышленности является получение из древесной и другого происхождения (напр., солома) целлюлозы искусственного волокна. Насколько выгодно получать волокнистые материалы именно таким способом, видно из следующих цифр: 1 га дает в Америке 220 кг. хлопкового волокна, а из прироста древесной целлюлозы с той же площади можно получить искусственного волокна 635 кг.

В СССР на четырех существующих в настоящее время фабриках за 1932 г. выработано искусственного шелка 4000 тонн. На 1937 г. намечено 75000 тонн.

Пластические массы.

Производство пластических масс и искусственных смол возникло по существу лишь в начале 20-го столетия и уже в 1929 г. выпуск продукции в капиталистических странах достиг 400000 тонн. При этом только 40% идет теперь на изделия бытового применения. Остальные 60% потребляются промышленностью. В России перед войной было только несколько полукустарных установок, работавших преимущественно на импортном сырье. Теперь эти установки расширены и возникают новые заводы. План 1932 г. дошел в общем до 12000 тонн. Ассортимент пока невелик (лишь четыре основных вида пластика: целлулоид, бакелит, альбуминовые, резоловые). Применяются они только для бытовых надобностей и в электро и радио-промышленности.

По плану 2-й пятилетки выработка пластических масс в 1937 г. дойдет до 270000 тонн, при чем будут вырабатываться самые разнообразные типы их: асфальтопеки, тролитул, этрол, резоны, эфиры целлюлозы, винилиты, стирол, неоформалит, глутол, карбамидные пластмассы, целлулоид, галалит, глипталл, альбертоли, кумареновые смолы. Для приготовления всех этих пластиков будут использоваться продукты и отходы самых разнообразных химических производств: продукты перегонки ископаемых углей и нефти, отходы лесной промышленности, сельского хозяйства и т. д.

Таковы главные отрасли органической химической промышленности, которые во второй пятилетке намечено развернуть в громадном масштабе. Будут, конечно, развиваться дальше и те производства, которые хорошо поставлены уже теперь, как бродильная промышленность с дальнейшим получением синтетического каучука, сахарная промышленность. Будет развиваться химическое использование торфа, сланцев, сельскохозяйственных продуктов, извлечение из растений лекарств, эфирных масел, дубильных веществ и пр.

Характерными признаками, отличающими социалистическое развитие химической промышленности от того состояния, в каком она находилась раньше, являются:

1. Более равномерное (как и для других отраслей промышленности) географическое размещение. Вместо немногих индустриальных областей с большой концентрацией разнообразных производств в Европейской части Союза, промышленность вообще и в частности химические предприятия будут размещены по всему пространству СССР, при чем особенное внимание обращается на восток. В Западно-Сибирском Крае, напр., к концу 2-й пятилетки должны быть: производство искусственных нефтяных про-

дуктов из каменных и сапропелевых углей (в первую очередь Кемерово), текстильный комбинат (Барнаул), анилино-красочное производство (Кемерово или Барнаул), комбинат искусственного волокна (Кемерово), комбинат пластических масс (намечается Кемерово), бродильное производство и синтетический каучук, лесохимия с разнообразным использованием древесины и других отходов, лакокрасочная промышленность, сахарные заводы и т. д. В общем Западная Сибирь, не имевшая раньше почти никакой химической промышленности, получит 11% капиталовложений по химпромышленности всего Союза. По решению 17 го съезда Кузбасс должен быть превращен во второй Донбасс.

2. Получение из одного и того же сырья самых разнообразных видов продукции. Каждый вид сырья (уголь, лес и т. д.) будет использоваться по возможности полностью путем постройки больших камплексных комбинатов, объединяющих иногда много отраслей промышленности. Так главный химический узел Западной Сибири—Кемерово будет вырабатывать из каменного угля удобрения, жидкое топливо, краски, пластмассы и пр.

3. Получение одного и того-же продукта из различного сырья, какое только найдется на месте. Не только Советский Союз в целом должен освободиться от импорта, но и каждая часть Союза будет по возможности получать все необходимое из своих материалов. Тот же Западно-Сибирский Край, которому на 1937 г. потребуется около 5 милл. тонн нефтяных продуктов, не будет ввозить нефть за несколько тысяч километров, а приготовит искусственную нефть из своего угля. Северные окраины Союза будут в значительной части покрывать свою потребность в сахаре гидролизом древесной целлюлозы и т. д.

4. В высокой степени расширится применение химических продуктов. Химия, особенно органическая, будет вырабатывать не только такие химикаты, к которым все привыкли (напр., лекарства, краски, удобрения, мыло и т. д.), а проникнет и в другие области хозяйства, где ее иногда до недавнего времени совсем не ждали. Происходит и еще больше будет происходить химизация металлургии, главным образом цветной металлургии; здесь флотация позволяет с выгодой разрабатывать руды, которые раньше считались совсем нерентабельными (а флотореагенты—это органические вещества: амины, ксантогенаты и др.) Намечаются новые направления химизации сельского хозяйства, как применение этилена и хлоргидрина для ускорения созревания плодов и овощей (а это даст возможность продвинуть земледелие дальше к северу). В общем химизация народного хозяйства включает в себе не только количественное увеличение продукции химической промышленности, но и качественное изменение ряда других отраслей, опирающееся на новые применения химии.

Социалистическое развитие химпромышленности потребует таким образом широкого развития синтетических методов производства, основанных на глубокой химической переработке вещества. Это сказывалось у нас в первой пятилетке и еще сильнее скажется во второй.

Однако, то, что намечается даже вторым пятилетним планом, есть все-таки использование почти исключительно уже известных достижений мировой науки и техники. Даже второй пятилеткой химической промышленности мы только еще догоняем в этой области передовые капиталистические страны и даже во многом еще не догоним Америку. А партией постав-

лена задача: не только догнать, но и перегнать. И перегнать мы должны не только количественным развитием промышленности, но и качественным ее изменением.

Изменение должно заключаться прежде всего в дальнейшем развитии наметившегося направления. В органической химпромышленности это значит следующее:

Раньше мы получали из каждого вида сырья лишь немногие продукты и каждый продукт из немногих только материалов. Во второй пятилетке будем из одного и того же сырья готовить уже очень разнообразную продукцию, а тот или иной продукт из многих видов сырья. Дальше мы должны стремиться к тому, чтобы готовить всякое органическое соединение из всякого сырья, содержащего углерод.

Напр., из преобладающего по имеющемуся в Западной Сибири запасу сырья—каменного угля—уже умеют готовить нефтяные продукты, краски, лекарства, пластические массы и т. д. и еще не получают таких продуктов, как сахар и волокнистые вещества. А между тем теоретически было бы вполне возможно осуществить, напр., реакцию:

$C + H_2O \rightleftharpoons CH_2O$ (формальдегид), а дальше получить $C_6H_{12}O_6$ (глюкозу), $C_{12}H_{22}O_{11}$ (обыкновенный сахар), наконец, $(C_6H_{10}O_5)_n$ (крахмал и клетчатку). Приготовление этих веществ отчасти уже осуществлено в лабораторном масштабе, отчасти (крахмал, клетчатка) их синтез еще не произведен, но принципиально является вполне возможным. Наука дает полную возможность получить всякое любой сложности органическое вещество из составляющих его элементов или любых их соединений. Разработка методов приготовления каждого нужного человечеству продукта из всякого имеющегося сырья (пока из сырья, содержащего те же элементы, так как вопрос о превращении элементов слишком мало разработан) должна составить главную задачу в будущем развитии химической промышленности. Данная задача является актуальной именно для Советского Союза теперь, так как мы имеем в своем распоряжении далеко не всякое сырье; она не теряет своего значения и после установления социалистического и потом коммунистического строя на всем земном шаре, так как все-таки будет выгоднее готовить по возможности все из местных материалов.

Органическая химическая промышленность будущего должна будет, напр., в местах залежей каменного угля прямо из угля, воды и воздуха (его кислорода и азота), с небольшой добавкой других материалов, содержащих недостающие элементы (напр., серу, фосфор) получать питательные вещества (белки, жиры, углеводы и др.), ткани, краски, материалы для изготовления бытовых предметов и отчасти (а может-быть иногда и полностью) машин, фармацевтические средства и т. д. При этом надо думать, что уголь (как уже начинают делать у нас, осуществляя поддержанную Лениным мысль Менделеева и Рамзая о подземной газификации) не будет извлекаться, как таковой, на поверхность земли; в него будут пропускать смесь газов, которая с углем опять даст ряд газообразных продуктов, а они уже будут подвергаться дальнейшим превращениям в желательном направлении.

Надо иметь в виду еще возможность получения соединений с совершенно новыми свойствами и новым применением. Органических веществ возможно бесконечное множество, и природа синтезирует только небольшую

часть их. Может-быть, могут быть получены питательные вещества с чрезвычайно легкой усвояемостью, ткани много прочнее всех существующих, пластические массы прочнее любого металла, а может-быть, и с такими металлическими свойствами, как громадная электропроводность и теплопроводность. Не исключена, а напротив, очень вероятна возможность синтеза лекарственных средств, безвредных для человека и обладающих сильным специфическим действием на те или иные болезнетворные микроорганизмы (по типу сальварсана, который, конечно, нельзя считать крайним пределом достижений в этом направлении).

Возможности развития науки и техники принципиально безграничны, а в социалистическом обществе не ограничена и возможность их использования.

Теоретической базой всех отраслей органической химической промышленности является наука—органическая химия. Посмотрим теперь, достаточно ли органическая химия в современном ее виде обеспечивает удовлетворение потребностей социалистического строительства на данном этапе и в каком направлении наука должна дальше развиваться.

Органическая химия второй половины 19-го столетия была построена на структурно-стереохимической теории. Целью изучения какого-нибудь вещества, выделенного из природных материалов или искусственно приготовленного, было установление его структурной формулы. Структурные формулы давали общее понятие о свойствах соединений, что было достаточно для химической промышленности в то время, так как органическая химическая промышленность занималась почти исключительно разделением уже готовых соединений и очисткой их от примесей. Дальнейшее превращение веществ было на втором плане, так как редко применялось в производстве. Поэтому вопросами о ходе реакций, о самом механизме процессов и особенно об их количественной стороне химии мало занимались. В учебниках органической химии до сих пор можно встретить по этому вопросу только довольно отрывочные сведения в виде отдельных правил, часто вовсе не связанных между собой и допускающих много исключений.

С развитием синтетической химической промышленности иногда как раз приходится встречаться с такими исключениями, особенно в тех случаях, когда реакция ведется в других условиях (напр., если правило выведено из опытов, сделанных при обычном давлении и при невысокой температуре, а производственный процесс идет с применением сильного нагревания и высоких давлений). Так из учебников органической химии известно, что у предельных углеводородов легче всего замещаются галоидами водороды третичных звеньев, труднее реагируют вторичные и еще труднее первичные звенья. Между тем при производственном хлорировании природных газов найдено, что изопентан дает 85% первичного галоидопроизводного и только 15% третичного.

Теория таким образом здесь отстала от практики.

Органическая химия в современном ее виде уже не может объяснить хода производственных процессов, а следовательно, и не может дать промышленности достаточных указаний, как вести производство. За отсутствием хорошо разработанной теории, а в некоторых отраслях и за полным

отсутствием какой бы то ни было теории, промышленности часто приходится идти ощупью, с излишней затратой времени и средств.

Чем теперь надо дополнить или как перестроить науку, чтобы она опять могла указывать путь практике?

Здесь мыслимы две точки зрения.

Некоторые, увлекаясь новейшими достижениями физики в области строения вещества, считают, что химия должна сделаться по существу частью физики. Атомы состоят из электронов, электроны представляют узлы волн. Следовательно, все явления, которые происходят с атомами, должны подчиняться законам волновой и квантовой механики, а о каких-то особых химических законах говорить не приходится. Химия, как наука, так сказать, отжила свой век. Надо только применить к химии достижения квантовой теории, и все будет ясно.

Сторонники таких взглядов упускают из виду, что всякая конкретная наука, как физика, химия, биология и т. д., изучает определенную форму материи и ее движения. В силу общих законов диалектики, движение каждой формы материи подчиняется своим закономерностям. Химия изучает форму материи, называемую веществом (под названием «вещество» правильное всего будет понимать формы материи начиная от атомных ядер, т. е. электроны и фотоны, напр., уже нельзя относить к веществу). В центре ее внимания находятся атомы и непосредственно составленные из них молекулы. То, что мы называем химическими явлениями, представляет изменения молекул, затрагивающие непосредственно только ближайшие составные части последних, т. е. атомы и электроны (притом у сложных атомов только электроны внешних их слоев). Законы волновой и квантовой механики прямо имеют силу для движений волн, фотонов и электронов, но не атомов в целом. Поэтому строить всю химию на квантовой теории так же неверно, как пытаться вывести все закономерности биологии, напр. закон естественного отбора, из законов механики, физики и химии, основываясь на том что живые существа состоят из молекул и атомов. Живые организмы, действительно состоят из этих частей, но все-таки образуют новую, высшую форму материи, движение которой имеет свои специфические закономерности. Чтобы понимать биологические явления, действительно, надо знать физику и химию, но этого еще мало; нельзя биологические явления свести к физике и химии. Также и движение атомов в молекулах имеет специфические закономерности, которые являются ведущими для этой формы материи. Химические явления нельзя свести к физике, хотя химик должен знать физические законы и пользоваться ими в своей науке.

Квантовая теория должна, следовательно, применяться в химии, в том числе и в органической химии, но ее применение не есть главное, на чем надо строить эту науку. Электронная теория, которая рассматривает электроны, не касаясь еще волн, тоже необходима в химии (и, пожалуй, ближе к ней, чем квантовая) но и она не может быть здесь ведущей. Непосредственно же химические закономерности должны быть выводимы из наблюдения и измерения самих химических явлений.

С этой точки зрения, которую надо считать правильной, перестройка органической химии должна заключаться не только в применении электронов и квант. Надо углубить изучение самих процессов изменения веществ

при химических реакциях и углубить это изучение так, чтобы оно наиболее содействовало социалистическому строительству.

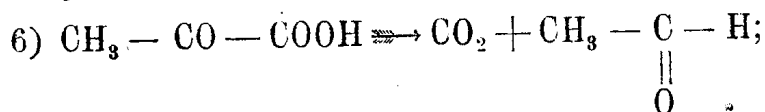
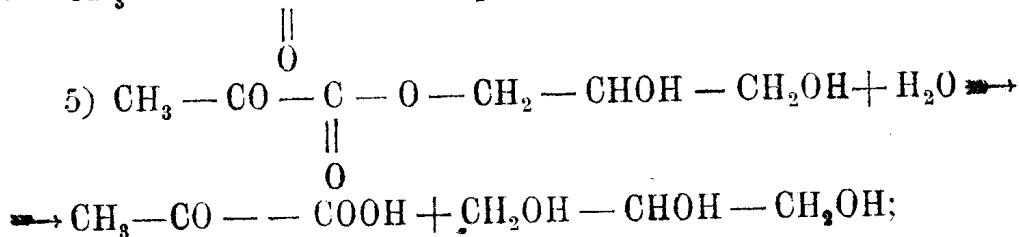
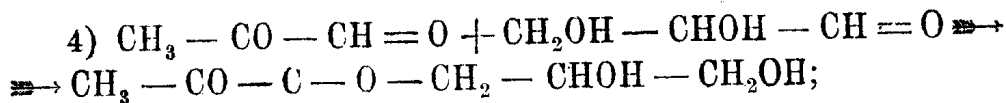
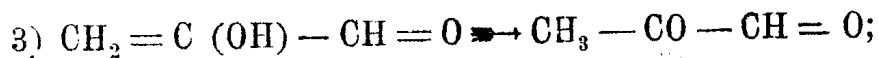
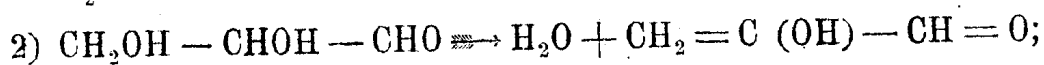
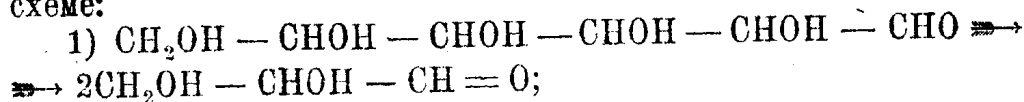
Как мы видели выше, социалистическое развитие органической химической промышленности ставит перед нею задачу: из всякого углерод-содержащего сырья получать все нужные нам органические вещества и получать их с наименьшими затратами и с наибольшим выходом. Для решения этой производственной задачи наука—органическая химия—должна дать указания: как то или иное органическое вещество будет вести себя при тех или иных условиях, встречаясь с определенными реагентами, подвергаясь нагреванию, давлению, действию электрического тока и т. д. При этом указания науки должны быть не только качественными, как по большей части было до сих пор; они должны иметь точный количественный характер, так как иначе промышленности нельзя будет выбрать наиболее выгодный в данных условиях способ переработки сырья.

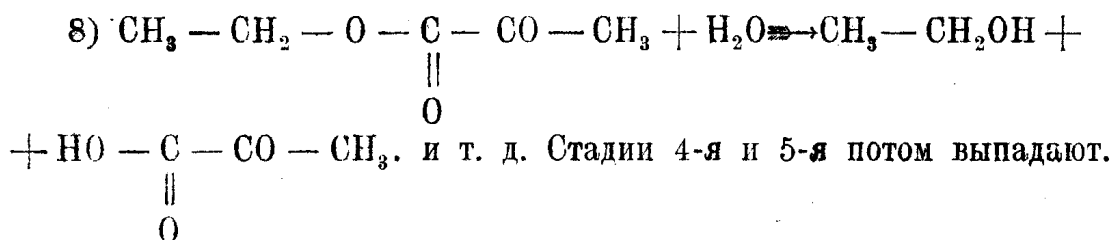
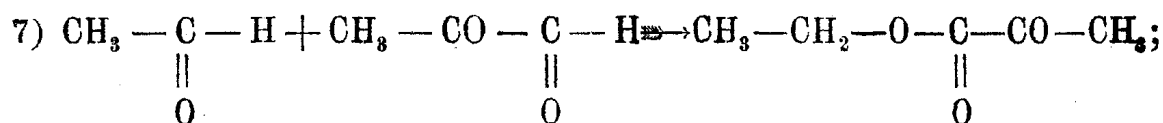
Органическая химия должна поэтому заняться главным образом не изучением веществ, а изучением процессов. Для выражения строения соединений при этом изучении достаточно в общем обычной структурно-стереохимической теории, так как даваемые этой теорией формулы представляют не символы, а отображают объективную реальность—реальное расположение атомов в молекулах, не говоря только о внутреннем строении самих атомов и о природе связей между ними.

Высший критерий истинности того или иного научного положения есть практика, а в этом отношении структурная теория вполне себя оправдала; на ее основе развилось несколько отраслей промышленности.

Изучая процессы, прежде всего необходимо выяснить механизм реакций, выяснить по возможности во всех деталях, со всеми промежуточными продуктами. Практика дает ряд примеров того, как путем воздействия тем или иным реагентом или изменением физических условий на промежуточные продукты можно бывает направить реакцию совсем в другую сторону.

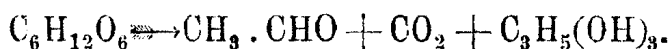
Так, изучая механизм спиртового брожения, пришли к следующей схеме:



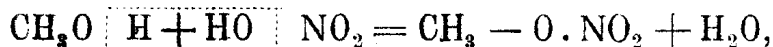


С появлением уксусного альдегида с более активным карбонилем, чем у глицеринового, последний перестает реагировать с пировиноградным альдегидом. Прекращается, значит, образование (по 5-му уравнению) глицерина. Поэтому брожение в обыкновенных условиях идет почти нацело с образованием этилового спирта. Во время войны понадобилось большое количество глицерина. Химики вспомнили, что глицерин есть один из промежуточных продуктов в начале спиртового брожения и, зная механизм этого брожения, изменили условия так, чтобы образование глицерина продолжалось. Прибавили Na_2SO_3 , который реагирует с особенно активной карбонильной группой уксусного альдегида, так сказать, выводит из строя этот альдегид, и позволяет таким образом глицериновому альдегиду дальше превращаться в глицерин. В результате вместо обычного хода спиртового брожения:

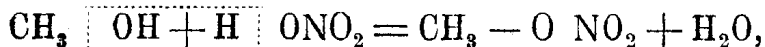
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightleftharpoons 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2$ получилось глицериновое брожение по общему уравнению:



Так точное знание механизма процесса помогает управлять этим процессом. Сознательно изменяя условия реакции, мы в таких случаях можем направлять ее в сторону образования наиболее нужного нам в данный момент продукта. Промежуточные фазы таким образом вовсе не являются безразличными для практики, и недопустимой небрежностью надо считать, когда авторы учебников *) на одной странице пишут уравнение:



а, на другой:



т. е. сначала выходит, что спирт реагирует, как кислота, а азотная кислота, как щелочь, а потом наоборот.

Чтобы наука могла дать правильные указания практике, необходимо дать правильную теорию производственных процессов, выяснить истинное их течение. Прежде всего, конечно, необходимо изучить с этой стороны процессы, имеющие наибольшее практическое применение:

*) V. Meyer und P. Jacobson „Lehrbuch der organischen Chemie“.

В качестве таковых в органической химии можно назвать:

Реакции конденсации и расщепления;

Реакции восстановления и окисления;

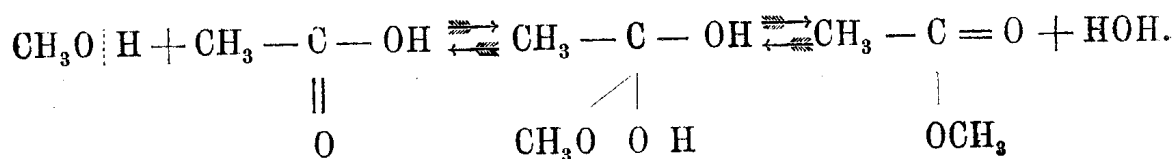
Реакции гидратации и дегидратации;

Этерификация и омыление эфиров;

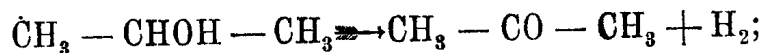
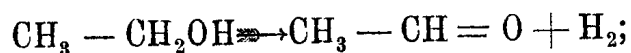
Галондирование и отщепление или замещение галоидов;

Нитрование, сульфирование, реакция Фриделя и Крафтса.

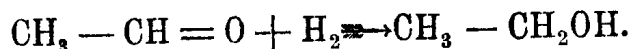
Каждый из этих типов реакций имеет применение в целом ряде важнейших производств органической химической промышленности. Для многих из упомянутых здесь процессов механизм более или менее выяснен, особенно за последние годы. Но слаба количественная сторона. Почти всегда реакция может идти в разных направлениях, иногда в прямо противоположных. Так этерификация и омыление представляют противоположные, ограничивающие друг друга процессы:



Так же бывает в целом ряде случаев восстановления и окисления. Напр., спирты (первичные и вторичные) могут окисляться, теряя водород, в альдегиды и кетоны:



альдегиды и кетоны, присоединяя водород, переходят в спирты:



При галондировании, нитровании, сульфировании может заместиться галоидом, нитрогруппой и др. по преимуществу один водород или несколько; кроме того замещение почти всегда может происходить в разных местах.

Какое из нескольких возможных направлений преобладает,—это имеет большое значение для производства. А между тем ответ на этот вопрос еще не дается выяснением механизма процесса. Необходимы еще количественные данные о прочности тех связей в молекуле, которые могут рваться при данной реакции. В этом отношении органическая химия сделала пока очень мало, и задачей дальнейшей научно-исследовательской работы должно быть систематическое определение прочности связей между атомами. Здесь также необходимо в первую очередь заняться наиболее часто встречающимися типами связей:

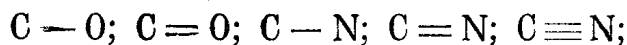
1) Связи между углеродными атомами:



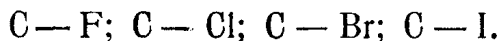
2) Связи водорода с другими элементами—органогенами:



3) Связи углерода с кислородом и азотом:



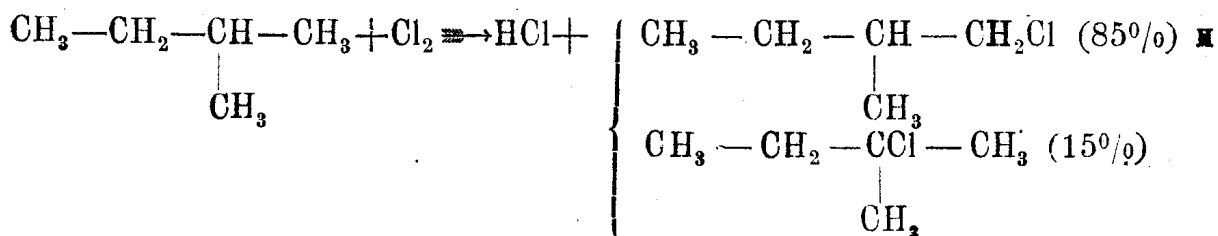
4) Связи углерода с галоидами:



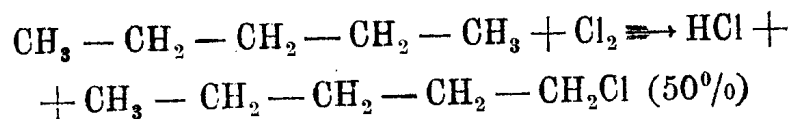
Прочность связей может определяться так-сказать статическими методами, по состоянию самой молекулы (а не по ее изменению в химических процессах), напр., путем вычисления запаса энергии (по теплоте горения), оптическим путем (спектры поглощения для видимого света, инфракрасных, ультрафиолетовых лучей, Рамановский эффект и пр.) и т. д. Но для того, чтобы судить о том, что нужно производству, т. е. о химической активности вещества, лучше всего непосредственно определять его активность при химических процессах. Это можно сделать, напр., по скорости реакции, по относительным выходам получаемых продуктов, по электродвижущей силе, которая возникает при данном процессе. Надо сказать при этом, что находимые для прочности связей величины зависят не только от состава и строения молекулы, в которой находится изучаемая связь, но и от действующего на исследуемое вещество реагента. При определении, напр., прочности связей углерода с галоидами в зависимости от положения галоида, оказалось, что галоид при третичном звене легче отрывается под влиянием щелочей и алкоголят, а галоид при первичном углеродном атоме легче уходит при действии аминов. Поэтому, если мы захотим расположить органические радикалы в ряд по возрастающей или убывающей скорости реакции отщепления от них галоидных атомов, то получим не один, а два (хорошо еще, что два, а не больше) различных ряда. Определение прочности какого-либо типа связи требует таким образом целого ряда испытаний. При этом, конечно, должен быть известен самый механизм реакции, чтобы знать, какая именно связь разрывается.

Наконец, очень большое значение имеют физические условия: температура, давление и др., и присутствие катализаторов.

Нагревание вообще ускоряет химические процессы, но разные реакции ускоряет различно. Как общее правило, можно заметить, что повышение температуры особенно способствует реакциям разложения, а не соединения. Но и при замещении температура оказывает не только ускоряющее, а и направляющее влияние. Напр., при галоидировании ароматических углеводородов нагревание и свет способствуют замещению в боковой цепи. Довольно сложный случай мы имеем при хлорировании углеводородов предельного ряда. Как уже упоминалось выше, хлорирование изопентана приводит на 85% к первичному галоидозамещенному и только на 15% к третичному:



Пентан дал 50% первичного и 50% смеси вторичных хлоридов:



и смесь $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CHCl} - \text{CH}_3$ и $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CHCl} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$.

Такой ход хлорирования как будто в корне противоречит известному раньше правилу большей подвижности третичных и затем вторичных водородов, как-будто указывает на изменение отношений прочности связей в условиях данного процесса. Реакция велась при 150°.

Я считаю наиболее вероятным следующее объяснение замеченной аномалии. Процесс замещения происходит, конечно, при столкновении реагирующих молекул между собой. Но если молекула хлора подойдет к какому-нибудь звену углеводорода, то это не значит, что обязательно произойдет реакция. Вероятность замещения тем больше, чем более подвижны водородные атомы, чем слабее они связаны с углеродом. То, что реагируют по преимуществу водороды третичных, а затем вторичных звеньев, объясняется, очевидно, меньшей прочностью их связи с углеродом. Может-быть, напр., при данных условиях водород третичного звена отрывается в среднем при одной из 10 встреч с хлором, у вторичного при одном столкновении на 100 и у первичного при 1:1000. С повышением температуры реакция пойдет легче, отчасти потому, что молекулы движутся быстрее и чаще встречаются, отчасти благодаря ослаблению связей между атомами. Поднимем температуру настолько, чтобы водород третичного звена замещался хлором при всяком столкновении с его молекулой. Тогда вероятность реакции с каждым водородом вторичного звена будет 1:10 (примерно), для первичного 1:100. Поднимая температуру еще, мы дойдем в конце концов до такой точки, когда и у третичного и у вторичного и у первичного звеньев водороды будут замещаться при каждом столкновении. Тогда разница в прочности связей потеряет значение, и преобладающее направление реакции будет определяться исключительно вероятностью встречи с хлором. А эта вероятность тем больше, чем больше имеется в молекуле первичных, вторичных и третичных водородов. У нормального пентана водородов первичных и вторичных звеньев по 6, т. е. должно получиться приблизительно 50% первичного хлорида и 50% смеси вторичных. При изопентане должно преобладать образование первичного галоидопроизводного.

Указанное здесь обстоятельство — вероятность встречи с реагентом того или иного атома молекулы изучаемого вещества — также надо иметь в виду при оценке прочности связей вообще и в частности при объяснении влияния температуры.

Повышение давления в общем способствует тем реакциям, которые сопровождаются уменьшением объема, т. е. в газовой фазе образованию более сложных молекул.

Весьма большое значение имеют катализаторы. Они не только могут во много раз ускорить или замедлить процесс, но часто поворачивают реакцию совсем не в ту сторону, как она идет при обычных условиях. Находят, что катализатор не может вызвать реакции, а может только ее ускорить, но — практически, если из нескольких возможных направлений

процесса одно (пусть, в обыкновенных условиях незаметное) ускорится во много раз, то это направление делается преобладающим.

В литературе есть несколько теорий действия катализаторов. Наиболее вероятным (правильнее сказать, не вообще самым вероятным, а самым вероятным для многих случаев катализа, так как, вернее всего, при катализе могут действовать разные причины), объяснением катализа надо считать образование промежуточных соединений, по большей части настолько непрочных, что их не удастся выделить. В этих промежуточных, обыкновенно комплексных соединениях прочность связей может быть резко изменена по сравнению с тем, что было в первоначальных молекулах.

Тот факт, напр., что в бензольных углеводородах при простом нагревании их с галоидами и другими реагентами происходит замещение в боковой цепи, указывает на меньшую прочность там связей водородных атомов с углеродами. Это вполне подтверждается легкой окисляемостью именно боковых цепей. Опыт показывает, что при действии такого сильного окислителя, как уксусно-хромовый ангидрид (раствор хромового ангидрида в уксусном) предельные углеводороды (гексан и др.) окисляются легче бензола. Ароматические углеводороды с боковой цепью окисляются еще легче. Между тем нитруется крепкой азотной кислотой бензол в тысячи раз быстрее гексана, вступает в реакцию Фриделя и Крафта тоже во много раз легче. Очевидно, в тех комплексах, которые бензол образует с азотной кислотой, хлористым алюминием и др. связи водородов с углеродными атомами бензольного кольца чрезвычайно расшатаны. Следовательно, такие реакции, как нитрование, галогенирование в присутствии катализаторов и т. п., не могут служить для определения прочности связей в самом бензоле.

Очень яркий пример дает определение подвижности водородных атомов в гидроксильных органических соединениях (спиртах и кислотах) по электродвижущей силе их реакции с натрием. Мы привыкли к тому, что карбоновые кислоты (напр., уксусная, пропионовая, масляная) имеют более кислотный характер, чем фенолы, фенолы кислее воды, а спирты жирного ряда уступают воде по подвижности гидроксильного водорода. Оказывается, это имеет силу для тех условий, в которых обычно ведутся измерения, т. е. для водных растворов. В чистом виде те же соединения располагаются в другом порядке. Напр., пропиловый спирт дает большую электродвижущую силу с натрием, чем пропионовая кислота, а фенол еще значительно меньшую. То же в бензольном растворе. В среде нитробензола имеем новое изменение отношений: в 10% растворе фенол дал очень большую электродвижущую силу, кислота и спирт во много раз меньше; более концентрированные растворы (76%) дают преимущество пропионовой кислоте (электродвижущая сила реакции с натрием, между прочим, здесь в несколько раз больше, чем для чистой кислоты).

Все эти примеры ясно показывают, что для вывода каких-либо закономерностей в вопросе о прочности связи между определенными атомами надо провести много серий опытов в самых разнообразных условиях. Надо учесть и природу действующего реагента, и внешние условия (температуру, давление, свет и пр.) и влияние посторонних на первый взгляд веществ, которые на самом деле всегда оказывают большее или меньшее каталитическое действие.

Итак, социалистическое строительство ставит перед органической химической промышленностью цель: из всякого углеродистого сырья (каменного угля, нефти, дерева, торфа и др.) готовить любые нужные нам органические соединения, готовить их притом наиболее дешевыми способами, в лучшем выходе и лучшего качества. Для достижения этой цели промышленность требует перестройки своей теоретической базы, перестройки органической химии, как науки. Органическая химия должна для любого конкретного случая дать ответ: как при тех или иных заданных условиях будет реагировать то или иное органическое вещество, какие продукты и с каким выходом будет оно давать и как, следовательно, наиболее выгодно будет изменять условия для достижения желаемого результата.

Необходимая для этой цели перестройка науки конкретно должна заключаться в том, чтобы главное внимание обратить не на изучение отдельных органических соединений, а на изучение процессов, при которых образуются и изменяются эти соединения. Изучение процессов должно быть не только качественным, но и количественным. Оно должно заключаться и в выяснении самого механизма реакции во всех ее стадиях и со всеми промежуточными продуктами, и в определении прочности связей, которые разрываются при этом процессе.

Как при постановке самых опытов и измерений, так и при теоретическом осмысливании их результатов, надо, конечно, пользоваться всеми экспериментальными и теоретическими достижениями современной физики. Необходимо пользоваться и электронной и квантовой теориями. Но эти теории не должны быть основными в химии. Химия изучает определенную форму материи, атомы и молекулы, движение которой имеет свои специфические закономерности и не может быть целиком сведено к квантам. Выводимые в химии законы в основном должны быть результатом наблюдения и измерения химических явлений, а не математическими выводами из теории квант.

Перестройка органической химии в соответствии с требованиями социалистического строительства должна проводиться на основе общих законов материалистической диалектики. Эта перестройка должна идти в плановом порядке, так как только таким путем можно в кратчайший срок разрешить предстоящие огромные задачи. Чтобы догнать и перегнать передовые капиталистические страны в технике, мы должны еще раньше догнать и перегнать их в науке.

Основная литература:

Материалы 16-го Съезда В.К.П.(б) [1930 г.].

Материалы 17-й Партконференции [1932 г.].

Материалы 17-го Съезда В.К.П.(б) [1934 г.].

«Пути развития химической промышленности во 2-й пятилетке» [Ком. академия, Институт экономики 1933 г.].