ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

ТОВИЙ ЕГОРОВИЧ ЛОВИЦ

(К двухсотлетию со дня рождения, 1757 — 1957)

Среди ближайших преемников М. В. Ломоносова по кафедре химии в Академии наук выделяется своей замечательной деятельностью химик и фармацевт Т. Е. Ловиц. Талантливый экспериментатор, автор ряда крупных научных открытий, Ловиц внес своими трудами весьма ценный вклад в развитие химии вообще и, в особенности,— в развитие физической и аналитической химии.

Товий Егорович Ловиц родился 25 апреля 1757 г. в г. Геттингене в Германии. В десятилетнем возрасте он вместе с отцом, астрономом Г. М. Ловицем, переехал в Петербург и вскоре вместе с ним принял участие в астрономической и геодезической экспедиции Академии наук в Прикаспийские степи. После трагической гибели отца Т. Е. Ловиц вернулся в Петербург, обучался здесь некоторое время в Академической гимназии, а в 1777 г. начал работу в качестве аптекарского ученика в Петербургской главной аптеке. В 1780—1784 гг. Т. Е. Ловиц был в заграничной командировке в Геттингене, где изучал медицину. Однако из-за болезни и других причин он не получил диплома врача и, вернувшись в Петербург, вновь стал работать в Главной аптеке.

Начиная с 1784 г. Т. Е. Ловиц, как он сам писал, «обратился к химии и занимался ею все свободное время». Результатом глубокого изучения химических проблем явился ряд открытий, которые были сделаны Ловицем в 80—90-х годах. Вскоре Т. Е. Ловиц приобрел видное положение в науке. Уже в 1787 г. он был избран корреспондентом Академии наук, затем — адъюнктом, а в 1793 г.— ординарным академиком. Кроме того, Т. Е. Ловиц занял видное положение среди руководящих членов Вольного экономического общества и в Медицинской коллегии.

Почти все важнейшие открытия были сделаны Ловицем в период работы его в Главной аптеке. Лишь в 1797 г. он окончательно перешел в Академию наук, организовав собственную домашнюю лабораторию, так как академическая химическая лаборатория была совершенно неблагоустроенной.

В последний период своей деятельности Т.Е. Ловиц уделял основное внимание изучению минеральных богатств России и, в частности, минеральных вод, а также разработке методов аналитической химии. Т. Е. Ловиц умер 27 ноября 1804 года на 48 году жизни.

Научная деятельность Т. Е. Ловица развивалась в основном в четырех направлениях: 1) в области изучения явлений адсорбции и их применения в технике, 2) в области кристаллизации и методов получения низких температур, 3) в области аналитической и неорганической химии и 4) в области органической химии и технологии органических веществ.

Первое крупное научное открытие было сделано Т. Е. Ловицем 5 июля 1785 г. Занимаясь приготовлением чистот виннокаменной кислоты путем перекристаллизации из раствора, Т. Е. Ловиц натолкнулся на затруднение, состоящее в том, что при выпаривании уже очищенного и профильтрованного раствора кислоты он неизменно бурел, даже если перекристаллизация велась во второй или в третий раз. В результате получались не бесцветные, а окрашенные в серый цвет кристаллы препарата. В поисках средства для устранения этого явления Т. Е. Ловиц испробовал действие различных добавок к раствору, но без успеха. Случайно при выпаривании у него лопнула колба, и раствор виннокаменной кислоты вылился в песчаную баню, содержащую в песке значительное количество угольной пыли (баня в то время подогревалась на углях). Собрав с трудом раствор из песчаной бани, Т. Е. Ловиц заметил, что он не так уж темен, как исходный. При кристаллизации он дал совершенно бесцветные кристаллы.

Т. Е. Ловиц правильно объяснил причины такого неожиданного осветления раствора присутствием угольной пыли. Но, будучи в то время ярым приверженцем теории флогистона, он считал, что уголь представляет собою почти чистый флогистон и обладает поэтому большим сродством к флогистону, содержащемуся в других телах. Известно, что флогистики считали окраску, запахи и даже вкус тел проявлением содержащегося в этих телах флогистона. Вот почему Т. Е. Ловиц назвал открытый им эффект действия угля «дефлогистирующим действием угля».

Интересно отметить, что, встав на путь флогистического объяснения адсорбции, Т. Е. Ловиц немедленно попытался экспериментально проверить свою гипотезу. Он испытал «дефлогистирующее» действие угля на соляную кислоту, желая, очевидно, получить незадолго перед ним открытую Шееле «дефлогистированную соляную кислоту» (т. е. хлор). Он изучил также сравнительную «дефлогистирующую силу» и угля других

дефлогистирующих агентов, т. е. окислителей, таких, как азотная кислота, и получил в результате взаимодействия угля и азотной кислоты меллитовую кислоту — $C_6(COOH)_6$.

На основании этих опытов Т. Е. Ловиц убедился, что дефлогистирующее действие угля имеет иной характер по сравнию с действием обычных дефлогистирующих средств и вскоре пришел к иному объяснению адсорбции уже с точки зрения кислородной теории.

Изучая действие угля на растворы уксусной кислоты и применяя одновременно охлаждение насыщенного водного раствора уксусной кислоты, Т. Е. Ловиц впервые получил так называемый «ледяной уксус», т. е. безводную кислоту. В дальнейшем он многократно возвращался к изучению разнообразных путей получения ледяной уксусной кислоты.

Уже в 1786 г. он разработал весьма эффективный способ очистки при помощи угля «хлебного вина» или водки от примесей сивушных масел (по Т. Е. Ловицу — от «маслянистых и пригорелых частей»). Метод Ловица получил широкое распространение в винокуренных производствах России и Европы еще при его жизни и уцелел в почти неизменном виде и до наших дней.

Решив задачу очистки водно-спиртовых смесей от примесей различных органических веществ, Т. Е. Ловиц в дальнейшем перешел к более сложным задачам полного разделения водно-спиртовых и спирто-эфирных смесей. Однако действие угля здесь оказалось уже недостаточным. Получение безводного алкоголя удалось Т. Е. Ловицу при применении химических водоотнимающих веществ.

Из первоначальных же опытов Т. Е. Ловица по изучению действия угля на различные вещества возникло и другое важное направление его исследований. Т. Е. Ловиц между другими веществами испытал действие угля на мед. При этом он получил водный раствор сахаристого вещества, не обладающий характерным запахом меда и пригодный для замены дорогостоящего в те времена импортного сахара. Впоследствии, однако, оказалось, что содержащийся в таком очещенном растворе меда сахар имеет иную природу по сравнению с «индийским» или тростниковым сахаром. Т. Е. Ловицу принадлежит заслуга открытия и изучения этого «несовершенного», как он назвал, сахара (фруктозы).

В 1790 г., продолжая изучать действие угля на разнообразные вещества, Т. Е. Ловиц сделал еще одно важное для практики открытие. Он разработал метод очистки углем питьевой воды, что оказалось особенно ценным в то время для применения на кораблях дальнего плавания, а также и при обеспечении доброкачественной водой войск в засушливых районах. Разрабатывая отдельные детали этого способа, Т. Е. Ловиц попутно сделал ряд ценных наблюдений. Так, применив добавки серной кислоты и солей к сильно стабилизированным продуктам гниения воды угольным суспензиям, Т. Е. Ловиц открыл явление коагуляции взвесей и использовал этот эффект для ускорения фильтрации суспензии. Не меньшее значение получил и разработанный Т. Е. Ловицем способ очистки сырой селитры от примесей.

Во всех этих и других многочисленных опытах по адсорбции Т. Е. Ловиц пользовался не только древесным углем. Он применял наряду с ним и другие типы углей — каменноугольный, костяной, животный и даже беззольный,— полученный из винной кислоты, и др. Т. Е. Ловиц подробно описал методы приготовления адсорбирующих, т. е. активных углей, сформулировал основные требования к техническим адсорбентам, указал, к чему должен в конце концов свестись процесс активации угля, разработал способы регенерации угля и привел в своих диссертациях и сообщениях множество практических указаний о технических деталях успешного применения углей для разнообразных целей очистки, обесцвечивания и дезодорации веществ. Т. Е. Ловиц является подлинным основоположником сорбционной техники, получившей в наше время такое широкое развитие.

Наряду с адсорбцией из растворов, Т. Е. Ловиц изучал также и некоторые явления из области газовой адсорбции. Так, он первым наблюдал и описал вытеснение водородом сорбированных углем газов. Ему же принадлежит первое, правда качественное, исследование природы газов, содержащихся в порах углей, хранящихся на воздухе, и т. д. Опыты эти, однако, не получили у Т. Е. Ловица широкого развития. Лишь 100 лет спустя после его смерти область газовой адсорбции заняла в науке и технике важное место, в особенности в связи с изобретением Н. Д. Зелинским угольного противогаза во время первой мировой войны.

Т. Е. Ловиц был одним из первых исследователей, высказавших теоретические соображения о природе явлений адсорбции. Мы имеем здесь в виду не первоначальные умозаключения, основанные на флогистических представлениях, а взгляды, как бы завершающие обширный цикл его работ по адсорбции, сформулированные уже в последние годы жизни. В отличие от своих современников, авторитетных ученых — Клапрота, Вокелена и др., придерживавшихся механической теории адсорбции (сгущение вещества в порах сорбента), Т. Е. Ловиц был первым, ясно высказавшим химическую теорию адсорбции, развитую лишь в трудах ученых самого последнего времени.

Таким образом, уже один только беглый перечень главнейших открытий и трудов Т. Е. Ловица в области сорбции и сорбционной техники ясно показывает, что именно ему принадлежит важнейшая научная заслуга основоположника этих важнейших областей современной науки и техники.

Исключительно важные для развития науки результаты были получены Т. Е. Ло-

вицем и в области кристаллизации. В самом начале своей научной деятельности Т. Е. Ловиц использовал кристаллизацию лишь как надежный путь для получения химических и фармацевтических препаратов в чистом виде. Комбинируя адсорбционную очистку вещества с его перекристаллизацией, Т. Е. Ловиц получил, как уже упоминалось «ледяной уксус», чистую селитру и ряд других веществ. Ему, однако, не удалось вначале закристаллизовать «сахар», полученный из «медовой воды», предварительно очищенной углем.

Работая над проблемой концентрирования уксусной кислоты, Т. Е. Ловиц обнаружил, что ледяной уксус может быть получен из обычного уксуса путем вымораживания, т. е. кристаллизации при низких температурах, Т. Е. Ловиц, естественно, обратился к изучению кристаллизации веществ при низких температурах и вскоре получил ряд неизвестных до него кристаллогидратов и среди них $NaCl \cdot 2H_2O$ (1792 г.) $KOH \cdot 2H_2O$ (1795 г.) Кристаллы этих веществ оказались отличающимися от обычных безводных кристаллов, полученных путем выпаривания растворов при комнатной температуре. Эти новые в то время факты заставили Т. Е. Ловица серьезно заняться проблемой кристаллизации и попытаться выяснить, в частности, основные факторы выделения вещества из раствора в кристаллическом состоянии.

Уже в 1792 г. Т. Е. Ловиц смог выступить в Академии наук с сообщением по вопросам теории кристаллизации. В этом сообщении он говорит о двух различных типах кристаллизации — принудительной, т. е. кристаллизации при выпаривании раствора, и самопроизвольной, т. е. кристаллизации, наблюдающейся при охлаждении раствора до определенной степени. Т. Е. Ловиц устанавливает, что состав кристаллов одного и того же вещества в этих двух случаях может быть различным. Так, кристаллизация поваренной соли при выпаривании приводит к образованию безводных кристаллов NaCl, в то время как кристаллизация при низких температурах дает кристаллы состава $NaCl \cdot 2H_2O$. Для того чтобы кристаллизация из раствора началась, по Ловицу, необходима «должная степень концентрации раствора», соответствующая некоторому минимальному пересыщению. При этом он совершенно правильно указывает, что «соляные растворы выпариванием и охлаждением могут быть доведены до состояния пересыщения».

В более поздней статье (1798 г.) Т. Е. Ловиц впервые в истории описывает конвекционные потоки, наблюдавшиеся им в растворах в процессах выделения твердой кристаллической фазы. Здесь же подробно излагается разработанный им метод зародыша, вводимого в пересыщенный раствор для инициирования начала кристаллизации. Описывая различные случаи применения зародышей для разделения смесей солей, Т. Е. Ловиц впервые в истории науки дает разработанные им условия получения кристаллов правильной формы. Он рекомендует, например, при выращивании больших кристаллов сегнетовой соли вести кристаллизацию очень медленно, из теплого раствора при минимальных относительных пересыщениях.

Среди многих важных и интересных замечаний Т. Е. Ловица в этих статьях, посвященных кристаллизации и кристаллографии, обращает на себя внимание упоминание впервые в истории науки об изоморфизме кристаллов (1798 г.). Т. Е. Ловиц был первым ученым, систематизировавшим кристаллы. Изучая кристаллические формы вещества в зависимости от состава весьма большого круга веществ, Т. Е. Ловиц лично изготовил из черного воска модели 288 кристаллов различных веществ и расклассифицировал их по химическому принципу на шесть групп. Коллекция Ловица уцелела до сих пор и хранится в Музее кристаллографии Академии наук СССР. Еще две коллекции моделей кристаллов в 288 и 300 кристаллических форм Т. Е. Ловиц передал Московскому университету.

В области применения кристаллографии к химическому анализу Т. Е. Ловицу принадлежит важное открытие, ставшее широко известным впоследствии под именем «микрохимического анализа». Он описал также качественный анализ солей по рисунку кристаллических налетов на поверхности стекла. Эти «соляные налеты», получаемые осторожным выпариванием растворов, нанесенных тонким слоем на поверхность стекла, по Ловицу дают «более неизменные признаки» вещества, чем обычные кристаллы.

Таким образом в области кристаллизации и изучения кристаллического состояния вещества Т. Е. Ловицу принадлежат крупные и важные для развития науки открытия, в значительной степени оказавшиеся забытыми, или же совершенно не связанными с именем Т. Е. Ловица, несмотря на то, что они широко применяются в современной нам лабораторной и производственной практике.

В связи с развитием исследований Т. Е. Ловица по кристаллизации веществ при низких температурах следует упомянуть и об его опытах по искусственному холоду. Во второй половине XVIII в. низкими температурами интересовались главным образом с точки зрения возможностей наблюдения необычных, любопытных явлений, связанных с замерзанием и поведением замороженных веществ, например ртути.

В результате обстоятельного изучения проблемы получения охлаждающих смесей и искусственного холода, Т. Е. Ловиц разработал ряд рецептур охлаждающих смесей, состоящих из кислот, щелочей и солей в смеси со снегом. В особенности хороший результат показала смесь хлористого кальция со свежим снегом, давшая невиданно низкие в то время температуры — около — 50° С. Впрочем такие же низкие температуры ему удались и при применении едких щелочей в смеси со снегом.

Весьма большое влияние на развитие химии оказали результаты исследований

Т. Е. Ловица и в области аналитической и неорганической химии. Выше уже говорилось, что Т. Е. Ловиц в течение своей жизни произвел множество химических анализов минералов и других веществ. При этом он, в отличие от обычных аналитиков, не ограничивался только лишь получением цифровых результатов анализа, а нередко делал из своих данных важные научные выводы и предпринимал на основе их новые специальные исследования.

Помимо вышеописанных путей качественного определения вещества по кристаллической структуре, Т. Е. Ловиц широко изучал и «противудействующие средства», т. е. аналитические реактивы, как ранее известные, так и вновь открытые. В особенности, важными для химии — явились исследования Т. Е. Ловица по качественному и количественному анализу соединений бария, стронция, кальция, хрома, титана, марганца и других элементов, а также кислот и солей, в особенности карбонатов и бикарбонатов, сульфатов и бисульфатов. Т. Е. Ловиц первый установил относительную растворимость в воде сульфатов бария, стронция и кальция и отсюда — границы применимости серной кислоты для открытия этих металлов и особенно кальция. Он подробно изучил также реакцию окрашивания пламени спирта солями стронция и открыл аналогичную реакцию окрашивания пламени солями кальция.

В истории химии оказалась совершенно забытой важная роль Т. Е. Ловица в открытии стронция и хрома. В 1792 г., изучая состав тяжелых шпатов Сибири, Т. Е. Ловиц обнаружил, что из растворов хлоридов бария и кальция, полученных соответствующей обработкой тяжелого шпата, выделяются, помимо хлорида бария, игольчатые кристаллы какого-то неизвестного вещества. В 1795 г., когда в Петербурге стало известно об открытии стронциановой земли, Т. Е. Ловиц убедился, что кристаллы неизвестного вещества представляют собой не что иное, как кристаллы «солекислой стронциановой земли», Т. Е. Ловиц и ранее подозревал в этих кристаллах наличие нового элемента, но откладывал опубликование своего открытия до получения убедительных данных. В дальнейшем он подробно изучил свойства солей стронция и, в частности, впервые произвел количественные анализы карбоната стронция и в связи со свойствами стронция изучил также соответствующие свойства бария и кальция.

В 1798 г. Т. Е. Ловиц исследовал химические свойства, в частности аналитические реакции малоизвестного в то время элемента титана, открытого в 1791 г. Он разработал способ отделения титана от железа, изучил окислы титана и их важнейшие свойства. Эта работа Т. Е. Ловица в свое время привлекла к себе внимание широких кругов химиков и в первую очередь наиболее передовых в то время французских химиков. Работа была подробно прореферирована в основанном Лавуазье журнале антифлогистиков.

В том же 1798 г. Т. Е. Ловиц сделал еще одно открытие. Он обнаружил в сибирской красной свинцовой руде, привлекавшей к себе и ранее внимание русских ученых, новый элемент. Однако оказалось, что несколькими месяцами раньше, в той же руде, полученной из России, Вокелен открыл элемент, названный им хромом с теми же самыми свойствами, которые были установлены Т. Е. Ловицем. Таким образом, и на этот раз Т. Е. Ловицу пришлось уступить приоритет важного открытия и ограничиться лишь опубликованием важных и обстоятельных исследований по химии хрома и его соединений. Т. Е. Ловиц в дальнейшем изучил много минералов, содержащих хром, и установил наличие этого элемента в железных метеоритах. Специальное исследование он посвятил солям хромовой кислоты, в частности, по-видимому, он первый открыл бихромат калия (он называет эту соль хроматом) и получил его в кристаллическом виде. Все эти работы относятся уже к последним годам жизни Т. Е. Ловица. Есть основания полагать, что Т. Е. Ловиц не успел опубликовать некоторых из своих исследований по хрому. Его рабочие тетради, упомянутые в архивной описи, однако до сих пор не найдены.

Т. Е. Ловиц принял участие в исследовании и ряда других элементов, в частности марганца. Он первым получил в кристаллическом состоянии хлорид марганца. Он интересовался также только что открытым и описанным Гатчетом в Лондоне металлом колумбием (ниобием).

Т. Е. Ловиц оказался, таким образом, одним из самых ярких представителей тех русских ученых конца XVIII и начала XIX столетий, которые начали систематическое изучение природных ресурсов нашей страны.

Из разнообразных достижений Т. Е. Ловица в области методов количественного анализа отметим прежде всего предложенный им способ количественной оценки содержания кислот в растворе (1794 г.). Способ этот состоит в титровании отвешенного количества кислоты щелочным раствором, приготовленным также по весовому методу. Способ этот Т. Е. Ловиц успешно применил для сравнительной оценки крепости различных образцов уксусной кислоты. Для титрования кислоты он применял раствор винно-калиевой соли и вел титрование до появления хлопьевидного осадка кислой соли. Метод Т. Е. Ловица был, таким образом, объемно-весовым и явился по существу первой попыткой внедрения в практику объемного титровального анализа.

Т. Е. Ловицу принадлежит также заслуга внедрения в аналитическую практику мокрого метода растворения кремнезема и силикатов (1799 г.).

Большой интерес представляют исследования Т. Е. Ловица по установлению физических и химических различий между средними и кислыми солями серной, угольной и других кислот. Пользуясь кристаллизацией средних и кислых солей и сопоставляя их свойства (содержание кислоты в солях, различную их растворимость в спирте и т. д.),

Т. Е. Ловиц приходит к ряду важных выводов, часть которых он приложил к практике изготовления чистого поташа.

Т. Е. Ловиц один из первых произвел технические анализы углей Донбасса, подмосковных углей и торфов различных месторождений. Интересно, что Т. Е. Ловиц установил во всех изучавшихся им образцах не только содержание летучих, золы, масла и пр., но и дал количественную оценку пригодности этих ископаемых в качестве топлива. Вместо современного нам определения теплотворной способности он применял для этой цели сжигание навески угля в смеси с селитрой и определял количество потребной для полного сгорания угля селитры.

Весьма важны открытия и исследования Т. Е. Ловица в области органической химии. Т. Е. Ловиц получил в чистом состоянии многие органические вещества. Особое значение в науке и технике приобрел метод очистки и «абсолютирования» этилового спирта, разработанный Т. Е. Ловицем. Кроме этого, Т. Е. Ловицу принадлежит единственный, до сих пор широко применяемый в лабораторной практике, метод очистки серного эфира («купоросной нефти») от примесей спирта и других веществ.

Т. Е. Ловицу принадлежат и другие важные открытия в области органической химии. Упомянем об открытии им хлоруксусных кислот. Исходя из общей для того времени концепции, что химия идет к своей цели лишь путем разложения веществ, Т. Е. Ловиц пытается, например, разложить полученную им ледяную уксусную кислоту (1792 г.) хлором (окислителем), или, как в то время его называли, «дефлогистированной (а впоследствии — окисленной) соляной кислотой».

В точности сейчас трудно установить цель, которую Т. Е. Ловиц преследовал, осуществляя действие хлора на уксусную кислоту. Он получил в результате этой реакции хлорзамещенные уксусной кислоты, а именно: монохлоруксусную и дихлоруксусную кислоты. Этот результат сам по себе представляет большой исторический интерес, так как известно, что сорок лет спустя после Т. Е. Ловица, Дюма, получивший вновь хлоруксусные кислоты (он не знал о работах Т. Е. Ловица), развил на основе своих данных теорию замещения, явившуюся одним из сильных и убедительных аргументов в борьбе с реакционной дуалистической теорией Берцелиуса, господствовавшей в то время в химии.

Заканчивая этот краткий обзор деятельности этого выдающегося исследователя, мы можем сказать, что на рубеже XVIII и XIX столетий он был виднейшим химиком в нашей стране и одним из крупнейших химиков эпохи пневматической химии. Т. Е. Ловиц — отец физической химии поверхностных явлений и коллоидной химии. Он первый открыл и глубоко исследовал явление адсорбции из растворов, он первый подметил существенное различие в способности к кристаллизации двух классов веществ: кристаллизующихся и слизеобразных. Т. Е. Ловица можно считать основоположником кристаллохимии.

Во всей своей деятельности Т. Е. Ловиц теснейшим образом связывал теорию и практику. Он много сделал для развития химических производств в нашей стране, для широкого изучения минеральных, растительных и животных ресурсов России. Т. Е. Ловиц — искренний патриот России — представитель передовой русской науки. Многочисленные и ценные его труды и анализы являются образцовыми с точки зрения тщательности и научного подхода к решению стоявших перед ним задач. Деятельность Т. Е. Ловица — одна из интересных и важных страниц в истории русской химической науки.

П. А. Фигуровский

Институт истории естествознания и техники
Академии наук СССР
Москва

Поступила
6.IV.1957