

АКАДЕМИЯ НАУК СССР



И. И. ШАФРАНОВСКИЙ

НИКОЛАЙ СТЕНОН (НИЛЬС СТЕНСЕН)-

**-КРИСТАЛЛОГРАФ, ГЕОЛОГ,
ПАЛЕОНТОЛОГ, АНАТОМ**

1 6 3 8 — 1 6 8 6



**ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
Ленинград 1972**

Николай Стенон (Нильс Стенсен) — кристаллограф, геолог, палеонтолог, анатом (1638—1686). Шафрановский И. И.
Изд-во «Наука». 1972, Ленинград, отд., Л., 1—180.

Н. Стенон является одним из наиболее выдающихся и разносторонних естествоиспытателей XVII в. С именем этого датского ученого связаны: установление первого закона кристаллографии (закон постоянства углов на кристаллах), заложение основ научной геологии (обобщения, касающиеся земных слоев и условий их залегания), зарождение палеонтологии, ряд блестящих открытий в области анатомии и физиологии (исследования слюнных желез, слезного аппарата, строения мозга и деятельности сердца).

Первые главы книги знакомят читателя с трагической и сложной биографией ученого — типичного представителя XVII в. Далее следуют разделы, посвященные основным его достижениям в кристаллографии, геологии, палеонтологии, анатомии и физиологии. В заключение приводится обзор русской и иностранной литературы о Стеноне.

Книга предназначена для самого широкого круга естествоиспытателей (геологов, биологов, медиков, кристаллографов, минералогов и др.), а также лиц, интересующихся естествознанием и историей его развития.

Библ. — 22 назв., илл. — 25.

Редколлегия серии «Научно-биографическая литература» и Историко-методологическая комиссия по разработке научных биографий деятелей естествознания и техники Института истории естествознания и техники АН СССР»:

доктор биол. наук *Л. Я. Бляхер*, доктор физ.-мат. наук *А. Т. Григорьян*, доктор физ.-мат. наук *Я. Г. Дорфман*, академик *Б. М. Кедров*, доктор эконом. наук *Б. Г. Кузнецов*, доктор хим. наук *В. И. Кузнецов*, доктор биол. наук *А. И. Купцов*, канд. истор. наук *Б. В. Левшин*, чл.-корр. АН СССР *С. Р. Микулинский*, доктор истор. наук *Д. В. Ознобишин*, доктор физ.-мат. наук *И. Б. Погребыский*, канд. техн. наук *З. К. Соколовская* (ученый секретарь), канд. техн. наук *В. Н. Сокольский*, доктор хим. наук *Ю. И. Соловьев*, канд. техн. наук *А. С. Федоров* (зам. председателя), канд. техн. наук *И. А. Федосеев*, доктор хим. наук *Н. А. Фигуровский* (зам. председателя), канд. техн. наук *А. А. Чеканов*, доктор техн. наук *С. В. Шухардин*, доктор физ.-мат. наук *А. П. Юшкевич*, академик *А. Л. Янин* (председатель), доктор пед. наук *М. Г. Ярошевский*.

На обложке — *Николай Стенон. Портрет неизвестного художника. Галерея Уффици во Флоренции.*

Автор данной книги поставил себе целью ознакомить широкие круги советских читателей с биографиями и творческими достижениями основоположников науки о кристаллах. Им уже опубликованы монографии об известном русском кристаллографе-минералогe Н. И. Кокшарове (1818—1892), гениальном творце современной кристаллографии Е. С. Федорове (1853—1919) и прославленном родоначальнике минералогической кристаллографии — немецком минералогe и геологе А. Г. Вернере (1749—1816). Настоящая книга относится к той же серии и по сути дела должна была бы открывать ее, так как Николай Стенон по всей справедливости считается подлинным зачинателем науки о кристаллах. Однако при описании его творчества нельзя ограничиваться только кристаллографическими исследованиями. Читатель найдет в этой книге главы, посвященные открытиям Стенона в области геологии, палеонтологии, анатомии.

Датский натуралист XVII в. Николай Стенон (Нильс Стенсен) занимает почетное место среди выдающихся естествоиспытателей прошлого.

Недавно отмечалось 300-летие его знаменитого трактата «О твердом, естественно содержащемся в твердом» (1669 г.). Дату выхода в свет этого прославленного сочиненияистики науки нередко называют днем рождения кристаллографии, а одновременно — и подлинно научной геологии.

Открытый Стеноном и носящий его имя закон постоянства углов на кристаллах является основным законом геометрической кристаллографии, а обнаруженное им явление послойного роста кристаллов положило начало учению о кристаллогенезисе и генетической минералогии. На обобщениях, относящихся к форме земных слоев и условиям их залегания, базируется современная методика изучения геологической структуры земной коры. Заинтересовавшись остатками ископаемых организмов, он впервые подверг их тщательному анализу и тем самым явился одним из родоначальников палеонтологии. Однако всем этим далеко не исчерпываются научные достижения Стенона. Так, будучи одним из виднейших анатомов своего времени, он сделал ряд важных открытий и в данной области. Ему принадлежат наиболее ранние исследования анатомии слюнных желез, механизма слезного аппарата, строения мозга и деятельности сердца.

Поразительно, что первостепенные по значению и замечательные по разнообразию открытия Стенона были совершены в необычайно короткий отрезок времени, едва насчитывающий десять лет. К несчастью, этот блестящий творческий период внезапно и резко оборвался. В полном расцвете сил и дарований Стенон, живя в Италии, попал под клерикальное влияние высокопоставленных особ и духовных лиц, уговоривших его сменить лютеранство на католичество. Сперва он тщетно пытался объединить научные искания с богословием, затем совершенно отошел от науки и полностью отдался деятельности католического миссионера.

Этот перелом в биографии ученого представляется нам глубокой драмой, положившей безвременный конец его замечательным открытиям и не позволившей полностью развиться его гениальному дарованию.

Жизнь Стенона является весьма характерным и поучительным примером того, с каким трудом в своеобразной и противоречивой обстановке XVII в. пробивалась

к свету сквозь фидеизм смелая научная мысль и как тяжело ее подавляло всемогущее тогда влияние церкви.

Думается, что подробно изложенная далее биография выдающегося ученого представляет благодарную тему для полноценного исторического романа или даже широкоэкранный фильм. Достаточно напомнить о том, какие разнообразные и красочные картины могли бы развернуть писатель и киносценарист, рассказывая о странах и городах, на фоне которых протекала жизнь Стенона. Перед нами предстанут и суровая Дания, и Голландия времен Рембрандта, и Франция эпохи Людовика XIV, и солнечная Италия с ее папами и герцогами, и сумрачная Северная Германия, и Австрия, и Богемия, и Венгрия. Добавьте сюда длительные войны, страшные эпидемии, непримиримые распри между лютеранами и католиками, жаркие ученые дискуссии.

Биография Стенона представляет для нас интерес и тем, что он был связан с целой плеядой великих своих современников — друзей, оппонентов, противников. Среди них — Я. Сваммердам, М. Мальпиги, Ф. Реди, Г. Лейбниц, Б. Спиноза.

После периода громкой известности и славы имя Стенона оказалось на долгое время забытым. Лишь в середине XIX в. его открывают заново геологи и кристаллографы.

Сейчас научные открытия Стенона и его сложная биография привлекают пристальное внимание и ученых-специалистов, и историков науки. Среди них особого упоминания заслуживает недавно скончавшийся большой знаток жизни и творчества Николая Стенона проф. Г. Шерц (G. Scherz). Благодаря неутомимой энергии и исключительному трудолюбию последнего увидел свет ряд монографий, сборников и статей, посвященных жизни и деятельности великого ученого.

С большой признательностью автор настоящей книги должен отметить щедрую помощь, оказанную ему

проф. Г. Шерцем, приславшим свои ценные издания и поделившимся опытом в деле изучения научного и идейного наследия Стенона.

При составлении биографических глав мы широко использовали труды Г. Шерца с их богатейшим материалом, относящимся к жизненному пути ученого. Однако при этом пришлось ввести некоторые существенные оговорки и дополнения, относящиеся в особенности к трактовке рокового религиозного перелома, оторвавшего Стенона от науки, и к оценке деятельности последних горестных лет его жизни.

Переходя к русской литературе о великом датском натуралисте, напомним прежде всего великолепную характеристику, приведенную В. И. Вернадским в его «Основах кристаллографии» (1904 г.). Далее укажем, что в 1957 г. в серии «Классики науки» был опубликован русский перевод знаменитого сочинения Н. Стенона «О твердом, естественно содержащемся в твердом» (перевод Г. А. Стратановского, статьи и комментарии чл.-корр. АН СССР В. В. Белоусова и И. И. Шафрановского).

Перевод приведенных в настоящем издании цитат из сочинений Н. Стенона и литературы о нем выполнен Г. А. Стратановским и Е. К. Шафрановской.

ГОДЫ УЧЕНИЯ

«Нильс Стенсен (Стенон)¹ родился в день нового 1638 г. в сердце старинного Копенгагена», — так начинается жизнеописание ученого его биограф.² Прежде чем приступить к этому жизнеописанию, нельзя не предпослать ему нескольких слов о родине великого натуралиста и ее положении в то время. В далеком прошлом Дания играла видную роль в Северной Европе. Вспомним хотя бы грозные воинственные набеги датчан на соседние страны в IX—XI вв.

К началу XI в. относится временное объединение Дании, Норвегии и Англии под эгидой датского короля. Позже Дания возглавила Кальмарскую унию, объединившую ее со Швецией и Норвегией (1397—1523 гг.). Однако усиление Швеции привело в 1523 г. к ее окончательному отделению от Дании. В годы юности Стенсена роли Дании и Швеции существенно изменились: последняя начала нарушать спокойствие и даже угрожать самостоятельности своей бывшей повелительницы.

К XVII же веку относится начало упадка Дании, вызванное бурно развивавшейся конкуренцией со стороны двух других морских держав — Голландии и Англии.

Начиная с XI в. столицей Дании является Копенгаген. Расположенный на островах у пролива между Бал-

¹ Свое датское имя — Нильс Стенсен — ученый латинизировал, называя себя Николай Стенон (Стено, Стенонис, Стеноне). В дальнейшем тексте мы будем называть его и Нильсом Стенсенем и Николаем Стеноном.

² G. Scherz. Niels Stensen. Bildbuch. Würzburg, 1962, S. 6 (в дальнейшем: G. Scherz. 1962).

тийским и Северным морями, этот город издавна был важнейшим портом, а одновременно и торгово-промышленным и культурным центром страны.

О внешнем виде Копенгагена во время детства и юности Стенсена дают некоторое понятие гравюры той эпохи, изображающие парадные дворцы и многочисленные церкви с островерхими шпилями. Как и полагается для подобных изображений, на переднем их плане гарцуют важные всадники в пышных плащах и широкополых шляпах с перьями, хорошо знакомые нам по картинам старинных художников. К сожалению, официальные изображения дают понятие только о парадном облике города. Стенсен же родился в той части Копенгагена, где ютилось среднее сословие — корабельщики, купцы, ремесленники.

Дом, где он появился на свет и провел свое детство, находился в тесном переулке Клеребодерн, возле древней круглой башни. Там его отец, Стен Педерсен, имел ювелирную мастерскую, а поблизости от нее еще и винную лавку. Стен Педерсен происходил из старинного зажиточного рода, давшего целый ряд почтенных лютеранских проповедников. Однако он не пожелал унаследовать занятия своих предков и в отличие от братьев предпочел профессию столичного ювелира и золотых дел мастера. В этом деле он достиг больших успехов. В его мастерской изготовлялась различная серебряная и золотая посуда для королевского дворца, а также ценная церковная утварь. Некоторые из сделанных им церковных чаш сохранились до нашего времени.

О происхождении матери Стенсена, Анны, сведения отсутствуют.

В 1645 г. Стен Педерсен скончался. Мать ученого после ранней смерти своего мужа выходила еще три раза замуж. Она сумела не только сохранить состояние, но и успешно продолжить работу ювелирной мастерской. Как справедливо пишет Г. Шерц, «она тем самым обеспечила мальчику домашний очаг в детстве, а позже — возможность получить школьное и университетское образование».³

Маленький Нильс был развитым, любознательным ребенком, хотя в раннем детстве он был слаб здоровьем

³ G. Scherz. 1962, S. 6.

и не принимал живого участия в играх своих сверстников.

Первой школой и местом для детских наблюдений и опытов, направивших его интересы в сторону естествознания, явилась, конечно, ювелирная мастерская его отца. Здесь мальчик познакомился с важнейшими ценными металлами и минералами, а также приучился к работе с различными инструментами. В 10-летнем возрасте Нильс стал учеником латинской школы в Копенгагене, находившейся поблизости от университета. Эта школа была открыта еще в средние века. К сожалению, то, что особенно интересовало будущего натуралиста, почти не находило отражения в преподававшихся здесь предметах. Математике и естествознанию была отведена самая скромная роль. Главная забота школьных руководителей состояла в том, чтобы привить ученикам благочестивое смирение и безоговорочное почтение к священному писанию и латинскому языку. И все же, несмотря на затхлую и мертвящую школьную атмосферу, Стенсену посчастливилось найти двух наставников, оказавших благотворное влияние на его развитие.

Первый из них — Йорген Эйлерсен — по-отечески заботился о своих учениках и сумел возбудить у них любовь к математике, которой он сам был сильно увлечен.

Второй учитель, Оле Борх, — ботаник, химик, филолог — самоотверженно занимался медициной, на что его толкнули опустошительные эпидемии, свирепствовавшие в то время в стране.

Школьные годы Стенсена совпали с жестокими испытаниями. В это время Копенгаген дважды подвергался эпидемии чумы. Особенно страшной была весна 1654 г. Чума, завезенная на кораблях, с необычайной быстротой распространилась по всему городу. Король со своим двором и зажиточные горожане в панике бежали из столицы. Университет пришлось закрыть. Латинская школа, где учился Стенсен, насчитывала около 500 учеников. Из них во время эпидемии умерло 246. Школьникам приходилось в день хоронить до 60 умерших товарищей. Погребальный звон колоколов раздавался с утра до вечера. Это трагическое время не могло не наложить своего отпечатка на настроение и сознание впечатлительного мальчика.

Однако молодость брала свое. Эпидемия отошла в прошлое. Юного Стенсена снова с прежней силой ув-

лекции жизнь и наука. В ноябре 1656 г. он становится студентом Копенгагенского университета.

Его ментором, руководителем в учении и студенческой жизни стал известнейший профессор Томас Бартолин (1616—1680), прославившийся анатомическими вскрытиями. Этот знаменитый ученый открыл грудной проток и лимфатическую систему у человека. Одним из первых оценил он открытие кровообращения Гарвеем и опроверг кровотворную роль печени.

Семейство Бартолинов занимало видное положение в кругу датских ученых того времени. Сын Томаса Бартолина — Каспар (1655—1738) — также был искусным анатомом и оставил след в истории этой науки. В частности, его именем назван проток подъязычной железы.

Братом Томаса был знаменитый Эразм Бартолин (1625—1698), разделяющий со Стеноном славу основателя научной кристаллографии. Как увидим далее, в одном и том же 1669 г. Стенон опубликовал трактат «О твердом...», сообщив о законе постоянства углов на кристаллах, а Э. Бартолин издал сочинение о двупреломлении лучей в исландском шпате, заложив основы кристаллооптики.

В 1656 г., т. е. в том самом году, когда юный Стенон стал студентом Копенгагенского университета, Э. Бартолин занял в этом же университете кафедру математики, а затем стал профессором медицины. К сожалению, не сохранилось никаких сведений о взаимоотношениях этих двух замечательных людей.

Недолго продолжались мирные студенческие занятия Стенсена под руководством уважаемых и знаменитых профессоров. Уже через год после его поступления в университет разразилась первая война со Швецией, в которой Дания разгромила войско Карла-Густава, добившись почетного мира. Однако через несколько месяцев этот мир был нарушен. Истощенной стране снова пришлось начать военные действия, которые в конце концов привели к тяжелой осаде Копенгагена. Ночью 10—11 февраля 1659 г. осажденные предприняли отважный штурм. В этом героическом штурме принимали участие и студенты. Вместе со своими профессорами они образовали полк, насчитывавший 266 человек. В первых рядах полка нес военную службу и студент Стенсен. Плечо к плечу со своими товарищами бился он за спасение родного города.

Казалось бы, бурное военное время мало способствует спокойному учению. Однако Нильс благодаря своим исключительным способностям и целеустремленности сумел плодотворно использовать даже этот беспокойный период. Он был самым активным и трудолюбивым учеником в химической лаборатории своего старого и уже знакомого нам учителя — Оле Борха. С энтузиазмом принимал он участие и в ботанических экскурсиях, возглавлявшихся все тем же разностороннейшим Борхом, а также профессором Симоном Пауллисом.

До самого последнего времени биографы Стенона почти ничего не знали о его студенческих занятиях и интересах. Сравнительно недавно удалось обнаружить относящуюся к этому времени его рукопись, состоящую из 90 страниц и получившую известность под названием «Хаос-манускрипт» (сам Нильс охарактеризовал свою рукопись словом «Хаос»).

Здесь мы находим выписки из книг, заметки об опытах, рефераты ученых диспутов, размышления научного и религиозного характера. Эти заметки показывают, что даже в военное время Стенсен занимался наблюдениями и обобщениями. Юный студент задумывался над возможностью усовершенствования военных укреплений вокруг Копенгагена, вглядывался в чуть заметную жизнь насекомых в почве вырытых окопов, отмечал преимущественное развитие мохового покрова с северной стороны древесных стволов и т. д. Обращает на себя внимание то, что Нильс уже в возрасте 21 года решительно отвергал отвлеченные теоретические умствования и всецело стоял на стороне тогда лишь зарождавшихся экспериментальных методов исследования. Об этом красноречиво свидетельствуют цитаты из его рукописи: «В естественнонаучных делах поступают хорошо те, которые не связывают себя с твердо установленной теорией, но все наблюдения стремятся распределить по классам, делая это на свой страх и риск. Таким образом, если и не дойдешь до цели, то все же получишь некоторую часть надежного познания».⁴

Еще категоричнее звучит следующее высказывание на ту же тему: «В естественных науках мы не знаем ничего другого, кроме экспериментов и наблюдений, а также того, что мы можем вывести из них с помощью метафи-

⁴ Там же, стр. 9.

зических и механических принципов».⁵ Приведем еще одну цитату, в которой все та же мысль о первостепенном значении опытных исследований переплетается с религиозными доводами, прочно укоренившимися с детства в мировоззрении молодого человека: «Грешит против божьего величия тот, кто не желает сам смотреть на произведения природы, но почерпает из чтения книг воображаемые и сочиняемые сведения. Он обкрадывает сам себя... и теряет время, которое он мог бы провести с пользой для себя и блага ближнего».⁶

Особенно много внимания уделял студент Стенсен медицине и ее состоянию в то время. С едкой насмешкой осуждал он схоластические сочинения и лекции, подменявшие истинное знание высокопарной болтовней и необоснованными вымыслами. Приведем его собственные слова, характеризующие эти взгляды: «В медицине изучаем мы не что иное, как умение произносить слова. Такие слова, взятые по отдельности, могут звучать не плохо, но вместе они не имеют никакого истинного смысла... Боюсь, что, увидев это, можно дать такое определение медицине: это искусство с нахмуренным лбом тянуть перед больным ничего не значащие речи и применять сомнительные целебные средства. И все это для того, чтобы по возможности отдалить печальные мысли и спокойно ожидать либо восстановления здоровья с помощью природных сил, либо смерти, уготовленной судьбой».⁷

В противовес схоластам-медикам, Стенсен с особым интересом присутствует на вскрытиях в анатомическом театре. В его манускрипте сохранились записи об этом наряду с описанием собственных опытов, проведенных на трупe собаки.

«Хаос-манускрипт» показывает, с какой неутомимой любознательностью и безграничным интересом изучал будущий ученый имевшуюся тогда научную литературу. Помимо медицины его привлекают химия, физика, астрономия. Сочинения Т. Б. Парацельса, Я. Б. Ван-Гельмонта, А. Кирхера старательно проштудированы и законспектиро-

⁵ Там же.

⁶ Там же.

⁷ G. Scherz. Vom Wege Niels Stensens. Beiträge zu seiner naturwissenschaftlichen Entwicklung. Munksgaard—Kopenhagen, 1956, S. 50 (в дальнейшем: G. Scherz. 1956).

ваны им. Он вдумчиво сопоставляет системы мироздания по Птоломею и Копернику и решительно становится на сторону второго: «Земля могла бы быть в центре мира, если бы она не обладала вторым движением. Солнце находится в средней точке», — записывает Нильс в своей тетради.⁸ Особенно тщательно изучаются им труды Декарта и Галилея, стоявших в центре внимания современного ему ученого мира и возбуждавших самые ожесточенные споры и противоречивые суждения.

Математический образ мышления Декарта не мог не привлечь симпатий Стенсена, высоко оценившего знаменитое «Рассуждение о методе», — об этом свидетельствует ряд заметок в «Хаос-манускрипте». Вместе с тем здесь же мы снова убеждаемся в том, что на первое место им выдвигаются не умозрительные выводы, а опыт. Заметка касается газообразных веществ, находящихся в крови и мускулах: «Однако это следует выяснить также и по методу Декарта или же путем простого взвешивания того, что проникает в кровь из пор, — пишет Стенсен. — Что это за частички? Как они движутся? Что получается при их обратном выдавливании? Следует ставить как можно больше таких и подобных им вопросов. Их надо сопоставлять между собой и при этом проводить опыты».⁹ Из других записей выясняется, что студент Стенсен уже тогда критически воспринимал дуалистическую систему Декарта и не чувствовал себя его последователем.

Важно отметить, что среди изученных Нильсом сочинений упоминается знаменитая книжечка И. Кеплера «О шестиугольном снеге» (1611). В этой небольшой брошюре, написанной в шутовском тоне («вроде шаловливо щебечущего воробья»), великий математик-астроном впервые задается вопросом о внутренней структуре таких кристаллических образований, как снежные звездочки. Их шестилучевые и шестиугольные формы он связывает с плотнейшим расположением мельчайших одинаковых шарообразных частиц. При таком расположении, как известно, каждый шарик окружается обязательно шестью такими же шариками, этим и объясняется шестиугольность снежинок. Трактат Кеплера является первым по времени теоретическим трудом в области науки о кри-

⁸ G. Scherz. 1956, S. 48.

⁹ Там же, стр. 50.

сталлах, предвосхитившим современную теорию плотнейших шаровых упаковок в структурной кристаллографии. Из записей Стенсена видно, что он живо заинтересовался сочинением Кеплера, сам проводил наблюдения над снежными кристалликами и старательно зарисовывал их формы. Через десять лет выходит в свет его собственный трактат «О твердом...», где закладываются строго научные основы кристаллографии. Однако, в отличие от своего великого предшественника Кеплера, Стенсен отказывается от каких бы то ни было умозрительных предположений, целиком базируясь на точных наблюдениях и углубленном изучении фактического материала.

Не лишена интереса также выписка из книги П. Бореля, касающаяся ископаемых окаменелостей: улиток, рыб и раковин. Эти окаменелости рассматривались тогда как остатки всемирного потопа, описанного в Библии. Впоследствии Стенсен занялся изучением ископаемых организмов, выяснил их природу и тем самым положил начало палеонтологии.

Из приведенных цитат и краткого обзора «Хаос-манускрипта» выясняется, каким незаурядным студентом был Нильс Стенсен. В его беглых записях уже ясно выделяются те характерные черты, которые прославили его впоследствии. Наблюдение и опыт — вот то, что он брал за основу своих будущих исследований. Как увидим дальше, этому направлению он остался верен в течение всей своей научной деятельности. «Хаос-манускрипт» относится к 1659 г. — последнему году студенчества Нильса. Во всеоружии твердо усвоенных знаний и с верой в свое ученое призвание в возрасте 21 года начинает он свой творческий путь.

ПЕРИОД ТВОРЧЕСКОГО РАСЦВЕТА

Годы студенчества в Копенгагенском университете остались позади. Однако юный Нильс не захотел ограничиться достигнутым. Он стремился всемерно углубить и расширить свои познания, встретиться с знаменитейшими учеными других стран, овладеть новейшими достижениями науки и выступать самому на научном поприще. Для дальнейшего образования Стенсен предпринял путешествие в Голландию. На языке нашего времени мы сказали бы, что он поступил в аспирантуру и в качестве аспиранта стал работать под руководством голландских профессоров. Почему выбор Стенсена пал именно на Голландию, нам ясно: именно в ту эпоху эта страна стала могучей морской державой и переживала свой золотой век в искусстве и науке. Достаточно напомнить, что именно в это время жил и творил Рембрандт и плеяда современных ему замечательных голландских живописцев.

В апреле 1660 г. мы находим Нильса в Амстердаме. Во время пребывания в этом городе он публично защитил и опубликовал свое первое печатное произведение — диссертацию о горячих источниках (*De Thermis*) (рис. 1). Полное название этого трактата в русском переводе с латинского выглядит так: «Физическое рассуждение о горячих источниках, которое публично защищал 8 июля Николай Стенон, датчанин из Копенгагена, под председательством весьма прославленного и ученейшего Арнольда Зенгерда, мастера свободных искусств, первого профессора философии в обновленном университете Амстердама. Напечатано в Амстердаме Яном ван Равенштейном, типографом города и знаменитой школы

MDCLX». Как видим, сам Нильс впервые назвал себя, латинизируя свое имя, «Николаем Стеноном». Под этим именем он прославился в науке. Следуя самому ученому, и мы в дальнейшем будем чаще всего называть его Стеноном.

Г. Шерц справедливо расценивает раннее произведение великого датского натуралиста как «схоластическое рассуждение в стиле того времени».¹ И действительно, в печатных тезисах диссертации мы вовсе не находим столь характерных для его последующих выступлений ссылок на найденные или наблюдавшиеся им самим факты. В своем рассуждении Стенон высказывает идею о родственной связи горячих источников с жилами, содержащими золото, серебро, медь и другие металлы. К сожалению, эту идею он не подкрепляет фактическими данными. Для нас диссертация Стенона интересна как свидетельство о его ранних научных интересах.

Характеризуя воды горячих источников, в 3-м тезисе диссертации ее автор пишет: «Они известны как „минеральные воды“, так как многие из них, если не все, содержат некоторые минералы. Вследствие их действия и пользы в медицинском отношении их называют также „лечебными водами“».² Приведенные слова показывают, что тема диссертации привлекла Стенона своей широтой, объединяя геологию и медицину, т. е. как раз те области, которые в дальнейшем заняли первенствующее место в его творчестве.

С недолгим пребыванием в Амстердаме связаны и его первый блестящий успех в науке и первые огорчения на научном поприще. Все в том же 1660 г. 22-летний ученый сделал прославившее его капитальное открытие: им был обнаружен проток околоушной слюнной железы, впоследствии названный его именем — *Ductus parotideus* (Stenonianus).

Руководитель и наставник Нильса в области анатомии проф. Г. Блазиус (1625—1682) сперва не понял всей важности открытия своего ученика. Справедливость требует отметить, что и сам Стенон не знал еще функций околоушной железы, — он отметил лишь самый факт существо-

¹ G. Scherz. Niels Stensen. Bildbuch. Würzburg, 1962, S. 11 (в дальнейшем: G. Scherz. 1962).

² Steno Geological Papers. Odens University press. 1969, p. 53.

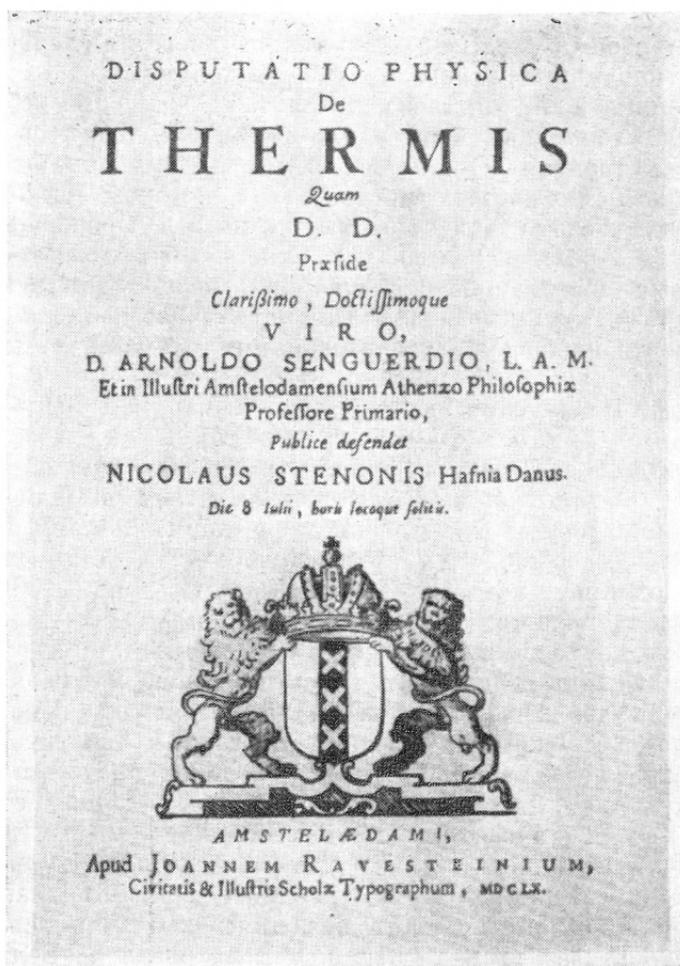


Рис. 1. Титульный лист первой печатной диссертации Н. Стенона «Физическое рассуждение о горячих источниках» (1660).

вания протока. Блазиус вначале не заинтересовался этим фактом, а затем, вопреки справедливости, решил приписать открытие самому себе. В связи с этим отношения между обоими учеными резко испортились, а в следующие годы между ними завязалась бурная полемика.

Неприятный инцидент с проф. Блазиусом ускорил отъезд Стенона из Амстердама в Лейден. Здесь он подготовил трактат «О железах рта и до сих пор бывших неизвестных слюнных протоках», в котором не только сообщил о своем первом открытии, но и дал обобщающие понятия о роли желез вообще. Стремясь согласовать свои научные достижения с укоренившимися с детских лет религиозными представлениями, он торжественно возглашает, что наблюдавшиеся им железы являются «высшим фокусом творца». Попутно публикуется и полемика с проф. Блазиусом, жестоко обидевшим, как мы знаем, молодого ученого.

В Лейдене Стенон выполняет ряд блестящих исследований, выдвинувших его в число самых выдающихся анатомов своей эпохи. Механизм слезного аппарата, функция желез вообще, учение о мускулах — вот те проблемы, исследования которых занимали Стенона. Упорно и страстно работал он в анатомическом театре, искусно производя тончайшие вскрытия. Строгость и точность опыта удачно сочетались с изумительной наблюдательностью ученого и его способностью к обобщающим, прочно обоснованным выводам. Интересно отметить, что несмотря на огромные успехи в области анатомии был момент, когда Стенон задумал отойти от нее, с тем чтобы всецело посвятить себя математике.

В каникулярное время летом 1661 г. Нильс со своими друзьями совершил путешествие по северной Голландии. Это дало ему возможность познакомиться с природой и культурой страны. В 1663 г. он странствовал по Бельгии, посетив Антверпен, Брюссель и Гент.

К 1662 г. относится знаменательное событие, которое произвело огромное впечатление на юного ученого, серьезно, хотя и ненадолго, поколебав его религиозные взгляды. По словам его биографа, «он пережил тогда самый глубокий кризис, чуть было не положивший конец его вере в провидение».³ Этот кризис был вызван по-

³ G. Scherz. 1962, S. 12.

ездкой в городок Рейнсбург, где жил тогда знаменитый Бенедикт Спиноза (1632—1677). Великий философ-материалист пользовался огромной известностью среди современных ему свободомыслящих ученых и студенчества.

В 1660 г. Спиноза был изгнан из Амстердама и предан амстердамскими раввинами анафеме. Процедуру отлучения Спинозы ярко и иронично описал Генрих Гейне: «Любезный читатель, если ты будешь в Амстердаме, прикажи показать себе испанскую синагогу. Это прекрасное здание; кровля его поддерживается четырьмя колоссальными колоннами. Посередине возвышается кафедра, с которой была произнесена анафема против гидальго Бенедикта Спинозы, изменника Моисееву закону. При этом случае трубили в рог, называемый шофар... Звуки этого рога были аккомпанементом отлучения Спинозы: он был торжественно изгнан из общины Израиля и объявлен недостойным носить впредь имя еврея... Враги его были неумолимы, и до сих пор еще показывают то место перед испанской синагогой в Амстердаме, где они напали на Спинозу со своими длинными кинжалами».⁴

После изгнания из Амстердама Спиноза нашел пристанище в тихом поселке Рейнсбург. Здесь, в крохотном домике, он продолжал усердно работать: днем занимался шлифованием оптических стекол, а по ночам писал свою «Этику». Вот как вспоминали современники его повседневную жизнь: «Трудно поверить, как скромно и бережливо он жил. И не потому, что был беден. Наоборот, денег ему сулили много. Врожденное чувство стыдливости, умение довольствоваться самым необходимым, нежелание есть чужой хлеб — таковы причины его скромности... Бывало так, что на весь день он себе заказывал молочный суп с маслом стоимостью в три пфеннига и кружку пива в полтора пфеннига».⁵

Его соседи — ремесленники и рабочие — прониклись глубокой симпатией к трудолюбивому и доброжелательному изгнаннику и даже назвали в честь его тот узенький переулок, в котором он жил, «Улицей Спинозы».⁶

⁴ Г. Гейне. Соч., т. 5. СПб., 1865, стр. 77, 78.

⁵ М. Беленький. Спиноза. М., изд-во «Молодая гвардия», 1964, стр. 173.

⁶ Там же, стр. 107, 108.

В этой скромной и невзрачной обстановке расцветала та могучая и смелая философия, которую так высоко ценили самые выдающиеся умы.

В отличие от Декарта, считавшего основой бытия разум («Я мыслю, значит существую»), Спиноза за основу основ принимает природу. На ней зиждется все существующее, а в том числе и разум. Никто не создавал природы, она сама является своим творцом, «причиной самой себя». Отождествляя природу с богом, Спиноза подчеркивал, что природа и только природа является причиной существования и сущностью всего реального и живого.

Ф. Энгельс дал высокую оценку этим основным принципам философии Спинозы: «Нужно признать величайшей заслугой тогдашней философии... что она, начиная от Спинозы и кончая великими французскими материалистами, настойчиво пыталась объяснить мир из него самого, предоставив детальное оправдание этого естествознанию будущего».⁷

Философия Спинозы оказала огромное влияние не только на позднейших мыслителей: она глубоко захватила и художников, и поэтов. Об этом лучше всего сказал Гейне: «Чтение Спинозы охватывает нас, как созерцание самой величественной природы в ее оживленном спокойствии. Это лес мыслей, высоких, как небеса, — мыслей, цветущие вершины которых колыхаются, словно волны, между тем как непоколебимые стволы их внедряют свои корни в вечную землю. В его произведениях слышится какое-то дыхание, неизъяснимо нас волнующее. Как будто дышишь воздухом грядущего...».⁸ Гёте своими двумя величайшими наставниками называл Шекспира и Спинозу.

Учение Спинозы не могло не привлечь симпатий Стефана. Пламенная пропаганда философа в пользу опытного изучения природы, прославление живой научной мысли, провозглашение неограниченных прав разума — все это было близко и понятно Нильсу. Не отпугивал его и принятый Спинозой «геометрический порядок» изложения. Эту математическую форму Гейне сравнивал

⁷ Ф. Энгельс. Диалектика природы. В кн.: К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., Изд. 2-е, т. 20. М., Госполитиздат, 1961, стр. 350.

⁸ Г. Гейне. Соч., т. 5. СПб., 1865, стр. 77.

с жесткой оболочкой, подобной скорлупе миндального ореха, от которой, однако, ядро кажется еще вкуснее.

Оба — и Спиноза, и Стенон — увлекались механикой и математикой, оба восхищались словами Галилея о том, что философия записана в книге Вселенной треугольниками и кругами, т. е. языком геометрии. Весьма возможно, что влиянием Спинозы объясняется упоминавшаяся выше попытка Стенона отказаться от анатомического скальпеля, чтобы всецело уйти в математику. Голландский философ увлекал молодого датчанина и логической достоверностью своего учения, и своей глубокой мудростью. Вместе с тем Стенон был пленен простотой мыслителя и скромностью его трудовой жизни. Кратковременная поездка в Рейнсбург положила начало дружеским отношениям между обоими учеными.

Как отмечалось выше, Стенон уже готов был отойти от своей христианской веры и правоверного лютеранства и стать в ряды последователей отважного философа-материалиста. Как это ни покажется странным, но в лоно религии его возвратило наблюдение, сделанное... при анатомическом вскрытии быка! Приведем отрывок из биографического очерка Г. Шерца с описанием этого события.

«Уже раньше Стенсен относился скептически к картезианскому утверждению, согласно которому животные являются машинами, испытывающими лишь кажущиеся боли. И вот, во время своих исследований сердечных мускулов он получил возможность изучить сердце быка, которое он с одним из своих приятелей вскрыл и сварил, для того чтобы выявить мускульную структуру сердца.

«Результаты исследования противоречили фанатически сохранявшимся понятиям последователей Галена и картезианцев, согласно которым сердце является вместилищем жизненного тепла. Впоследствии Стенсен рассказывал Лейбницу о выводе, к которому он тогда пришел: «Если эти господа, на которых молятся все ученые, считают свои анатомические понятия непогрешимыми, а бесхитростный мальчик с помощью лишь одного анатомического вскрытия может их в один час опровергнуть, то какую же достоверность могут иметь другие остроумные системы ученых, в которых они говорят о боге и душе?»⁹

⁹ G. Scherz. 1962, S. 12—13.

Впечатление, оставленное этим вскрытием, нашло яркое отражение и в позднейшем высказывании Стенона: «Сердце почиталось за вместилище внутреннего горения, за трон души, а некоторые даже считали его самой душой. Сердце величали как солнце, как короля, а если ты хорошенько его исследуешь, то найдешь только один мускул. . .».¹⁰ Мало того, добавим мы от себя, мускул человеческого сердца — «трон души» — оказался сходным с аналогичным мускулом животного, которому религия отказывала в наличии какой бы то ни было души.

Анатомирование быка, несмотря на всю кажущуюся незначительность события, сыграло роковую роль в жизни ученого. После него он уже не отходил от религии и всеми силами старался согласовать ее с наукой.

Сам Стенон придавал этому факту огромное значение. Недаром впоследствии на личном гербе он поместил изображение сердца с воздвигнутым над ним крестом. Такое изображение должно было напоминать о поразившем его откровении. Сейчас нам кажется странным, чуть ли не анекдотичным случай, доказавший, по мнению Стенона, тщету философии и непогрешимость религии. Не будем, однако, осуждать и высмеивать стародавнего ученого. Ведь со времени описанного случая протекло свыше трех столетий. Попробуем мысленно восстановить дух той эпохи с царившим тогда в Дании и Голландии строжайшим и мрачным лютеранством, требовавшим беспрекословного преклонения перед властью церковников. Вспомним, что сам Стенон был сыном и внуком церковных проповедников, с детства воспитывавшимся в духе религиозных устоев. Все это, конечно, не могло не отразиться на его взглядах. Учение Спинозы оказалось для него слишком новаторским и смелым. Вначале оно увлекло ученого, но затем старые устои взяли верх и заставили его вернуться к прежним привычным взглядам.

Вместе с тем случай с анатомированием бычьего сердца кажется нам очень характерным. Обратим внимание на то, что Стенон, ставивший превыше всего опыт и наблюдения, и здесь не изменил самому себе. Именно опыт, как это ни звучит дико, убедительно доказал, по его мнению, существование бога-творца. В самом деле, то,

¹⁰ G. Scherz. Nicolaus Steno and his Indice. Munksgaard — Copenhagen, 1958, S. 149 (в дальнейшем: G. Scherz. 1958).

что является ясным и вполне объяснимым для нас, знакомых с теорией эволюции живого мира, в то время казалось чудодейственным и сверхъестественным. Факт, поразивший Стенона, заключался в сходстве бычьего сердца с человеческим сердцем. Как объяснить это сходство? Напрашивался естественный в то время вывод о наличии единого плана, следуя которому, высший разум творит разнородные живые существа.

Напомним, что и значительно позднее не подкрепленная теорией эмпирика неоднократно приводила ученых в идейные тупики. Всем памятны слова Ф. Энгельса, высказанные по поводу увлечения спиритизмом некоторых крупных естествоиспытателей: «Мы здесь наглядно убедились, каков самый верный путь от естествознания к мистицизму. Это не безудержное теоретизирование натурфилософов, а самая плоская эмпирия, презирающая всякую теорию и относящаяся с недоверием ко всякому мышлению. Существование духов доказывается не на основании априорной необходимости, а на основании эмпирических наблюдений».¹¹

Сказанное относилось к ученым конца XIX столетия. По сравнению с ними Стенон находился в значительно худших условиях: в его время не существовало еще материалистической теории, с помощью которой он смог бы объяснить найденное им явление. Поэтому к нему можно лишь с известными оговорками применить суровые слова Энгельса, бичевавшие нелепое увлечение спиритизмом в конце прошлого века.

После четырехлетнего пребывания в Голландии Стенон должен был прервать там свои ученые занятия и спешно вернуться на родину. Это было связано с полученным им в ноябре 1663 г. известием о смерти его отца Штихмана.

Вернувшись в Копенгаген, ученый сдал в печать свой «Очерк анатомических наблюдений». Публикуя этот обзор сделанных им открытий, Стенон надеялся привлечь внимание соотечественников и доказать свои права на получение университетской кафедры. Казалось бы, последнему должно было способствовать и то, что 4 декабря 1663 г. Совет университета в Лейдене, несмотря

¹¹ Ф. Энгельс. Диалектика природы. В кн.: К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., Изд. 2-е, т. 20. М., Госполитиздат, 1961, стр. 381.

на отсутствие самого ученого, заочно присудил ему ученую степень доктора медицинских наук. К сожалению, Копенгагенский университет остался равнодушным к успехам своего выдающегося питомца и не предпринял каких-либо серьезных попыток связаться с ним и удержать его у себя. Отчасти это было вызвано независимым и прямым характером самого Стенона. Он не признавал никаких протекций, не желал добиваться милости с помощью униженных просьб и запрещал своим друзьям и родным хлопотать за него. По его твердому убеждению, ученые заслуги должны были говорить сами за себя. Раболепная атмосфера королевского двора, хитросплетения профессорских интриг, недоброжелательство и зависть менее одаренных коллег — все это претило ему. Результаты оказались плачевными для обеих сторон: Стенон не нашел приюта в своем родном городе, а Копенгагенский университет упустил возможность включить его в свою корпорацию.

К этой неудаче прибавилось еще и семейное горе: умерла мать Нильса. После смерти матери ничто больше не удерживало ученого в неприветливом Копенгагене. Получив скромную долю наследства, он считал за лучшее продолжить свои путешествия по Европе.

Осенью 1664 г. Стенон появился в Париже. Здесь, вместе со своим голландским сотоварищем, знаменитым Яном Сваммердамом (1637—1680), он нашел любезный прием в доме богатого мецената, интересовавшегося наукой, — М. Тевено.

Дружба с Сваммердамом, известным анатомом, биологом и микроскопистом, несомненно сказалась на научных интересах Стенона. Знакомство их состоялось еще в Голландии. В Амстердаме отец Сваммердама, по профессии аптекарь, собрал большую коллекцию курьезных животных, растений, минералов, а также фарфоровых безделушек. Эта своеобразная кунсткамера пользовалась большой популярностью и была открыта для публики. С детства имея дело с диковинными натуралиями, Сваммердам на всю жизнь проникся всепоглощающей страстью к исследованию природы. Эту страсть молодого натуралиста очень ярко описал выдающийся голландский химик Герман Бургаве (1668—1738): «Днем и ночью искал он, ловил и исследовал всевозможных мелких животных, которые встречаются в Гельферланде, в Утрехт-

ском округе и вообще в Голландии. Он обыскивал воздух, воду, почву, сушу, поля, пастбища, нивы, луга, песчаные холмы, берега, реки, стоячую воду, пруды, озера, колодцы, травы, кучи мусора, пещеры, населенные места, даже потаенные комнаты, ища яйца животных, червей, бабочек, изучая их гнезда, пищу, образ жизни, болезни, превращения и размножения. И в самом деле, в своей ранней молодости он открыл в этой области больше определенных и истинных вещей, чем все известные нам писатели былых времен, вместе взятые».¹²

Не менее красочно описал Бургава и то, с каким самозабвением и энтузиазмом предавался Сваммердам своим изысканиям: «Его прилежание было прямо сверхчеловеческое. Весь день без перерыва он посвящал наблюдениям. По ночам он записывал и рисовал то, что видел днем. Летом он начинал работу с шести часов утра, как только солнце давало ему достаточно света для рассмотрения тончайших предметов. Занятия свои он продолжал до полудня на вольном воздухе с непокрытой головой, чтобы не затенять поля зрения, отчего лицо его обливалось потом, а глаза, которые он напрягал при таком ярком свете без помощи увеличительных стекол, притуплялись, так что после полудня они уже не могли так ясно различать предметы, хотя солнечный свет и был еще столь же ясен, как и до полудня».¹³

Свои наблюдения Сваммердам обобщил в виде оригинальной теории, названной впоследствии «теорией вложения» (историк зоологии Н. Н. Плавильщиков остроумно называл ее «теорией матрёшек» — деревянных куколок, вложенных одна в другую).¹⁴ По Сваммердаму, развитие состоит в последовательном разворачивании вложенных друг в друга частей. Так, например, внутри яйца насекомого находится в скрытом виде зародыш. Внутри зародыша спрятана гусеница, в гусенице таится куколка, а в куколке — бабочка. То же наблюдается и в растениях: семя соответствует яйцу, росток — червяку, почка цветка — куколке, а распутившийся цветок — взрослому насекомому. Согласно Сваммердаму, «все стадии развития

¹² Н. А. Холодковский. Ян Сваммердам. Берлин, Госиздат, 1923, стр. 10.

¹³ Там же, стр. 16.

¹⁴ Н. Н. Плавильщиков. Очерки по истории зоологии. М., Учпедгиз, 1941, стр. 53.

вложены одна в другую, никакого превращения не существует, развитие состоит лишь в росте и разворачивании частей, только скрытых под наружной оболочкой».¹⁵ Свою главную книгу, где были сведены вместе его наблюдения и выводы, Сваммердам горделиво назвал «Библией природы». Весьма вероятно, что Стенон, наблюдая впоследствии зональное строение кристаллов, невольно вспомнил о «теории матрешек» своего друга.

В 1661 г. Сваммердам стал студентом университета в Лейдене. Здесь он и встретился со Стеноном. В 1663 г. Сваммердам закончил университет со степенью кандидата медицины и направился во Францию, где некоторое время жил в Сомюре. Осенью 1664 г. Сваммердам и Стенон вновь встретились, но уже в Париже.

Молодых естествоиспытателей сближало очень многое: оба были противниками умозрительных теорий, полагались только на строго проверенные факты, ратовали за экспериментальные исследования и относились ко всему критически. Так же как и Стенон, Сваммердам увлеченно занимался анатомией человека и животных. Он проявил много изобретательности и остроумия в разработке способов консервирования анатомических препаратов таким образом, чтобы они сохраняли свою естественную форму. Им, по-видимому, был изобретен и способ инъекции (наливания) кровеносных сосудов воском и другими веществами.¹⁶ Само собой разумеется, что эти работы живо интересовали Стенона. Дружеская связь между обоими учеными продолжалась и после их отъезда из Парижа. Конец ей наступил в связи с разногласиями на религиозной почве.

Сваммердам, будучи правоверным протестантом, увлекся мистическими сочинениями некой проповедницы Антуанетты де Буриньон и всецело подпал под ее влияние. Стенон же, как мы вскоре увидим, перешел в като-

¹⁵ Там же.

¹⁶ Этот способ впоследствии широко использовал голландский анатом Ф. Рюйш (1638—1731), прославившийся искусством консервировать трупы и изготавливать анатомические препараты. Петр I, восхищавшийся экспонатами Рюйша, купил у него богатое собрание анатомических, эмбриологических и зоологических препаратов для Петербургской кунсткамеры (Т. В. Станюкович. Кунсткамера Петербургской Академии наук. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1953, стр. 15).

личество и всячески убеждал своего друга также принять католическую веру. В конце концов Сваммердам написал возмущенное письмо, в котором заявлял, что он не продает свою душу. Этим прискорбным эпизодом закончилась многолетняя дружба двух замечательных естествоиспытателей.

Вернемся, однако, к их совместному пребыванию в Париже.

Мельхиор Тевено, богатый и влиятельный человек, много путешествовавший и живо интересовавшийся естествознанием, пригласил обоих натуралистов в свое имение Исси близ Парижа. Здесь он создал благоприятную для них обстановку, позволявшую спокойно проводить научные исследования, вплоть до анатомических вскрытий. Стенон неоднократно выступал перед парижскими учеными. Его сообщения производили большое впечатление. Об этом свидетельствует следующая корреспонденция, помещенная в газете «*Journal des Savants*» от 23 марта 1665 г.: «Большая часть его доклада была столь очевидной, что поневоле убеждает всех и заставляет лишь удивляться, почему найденное им ускользало до сих пор от прежних анатомов».¹⁷

Однако наибольшее впечатление произвела его замечательная «Речь об анатомии мозга», произнесенная на французском языке в ученом кружке Тевено. Эта речь являлась смелым вызовом философским воззрениям того времени. Среди французских ученых и в великосветских парижских салонах тогда пользовалось большим успехом дуалистическое учение Декарта — картезианство, допускавшее два независимых друг от друга начала, материальное и духовное. В своем выступлении Стенон подверг критике ошибки современных ему анатомов и, в частности, показал, что картезианское толкование функций мозга является фантазией. В этой речи, более подробный разбор которой дается нами дальше (стр. 147), ученый детально обсудил принятую им методику препарирования и обратил особое внимание на мозговые волокна.

Осенью 1665 г. Стенон покинул своих парижских друзей, несмотря на их уговоры остаться в Париже и вступить в члены открывающейся Академии наук.

¹⁷ G. Scherz. 1962, S. 14.

Он посетил ряд городов — Сомюр, Анже, Бордо и др. Зиму Стенон провел в Монпелье. Этот древний город, с сохранившимися со времен римлян архитектурными памятниками, очевидно, привлек ученого своим старинным университетом, основанным в 1289 г. Медицинский факультет, ботанический сад, богатая библиотека — все это являлось притягательным центром для натуралиста. Кроме того, зимой 1665 г. в Монпелье проживало несколько видных представителей английской науки, а именно известный систематик растений и животных Джон Рей (1628—1705), врач, анатом и исследователь моллюсков Мартин Листер (1638—1711), естествоиспытатель Вилльям Кроон (1633—1684). С последним Стенон вел в дальнейшем оживленную переписку. Благодаря этой переписке он оказался тесно связанным с только что открывшимся в Лондоне Королевским обществом (Royal Society). О том впечатлении, которое производил в то время Стенон на окружающих, рассказывает сохранившаяся запись хозяина помещения, где ученый производил анатомическое вскрытие. Автора записи поразила большая скромность великого анатома. Эта благородная скромность тем более бросалась в глаза, что здесь же присутствовал невежественный, но весьма самоуверенный и самодовольный французский доктор, «пытавшийся затмить Стенона своим бесстыдством» (по выражению автора записи). Рассказывая про этот эпизод, Г. Шерц остроумно замечает, что описанная сцена так и просится на страницы комедий Мольера.¹⁸

К тому же времени относится запись М. Листера, свидетельствующая о блестяще осуществленном Стеноном вскрытии головы быка.

В феврале 1666 г. Стенон переезжает в Пизу, где гостит в доме знаменитого итальянского врача и естествоиспытателя Франческо Реди (1626—1698). Этот ученый навсегда вошел в историю науки как автор принципа, носящего ныне его имя («Живое — от живого»). В своем труде «Опыты о размножении насекомых» (1668) Реди привел веские экспериментальные данные, показывающие ошибочность распространенного в то время представления о самозарождении многих организмов. Общеизвестен описанный им опыт, согласно которому личинки мух могут

¹⁸ Там же, стр. 15.

развиваться на кусках гниющего мяса только из мушиных яиц.

Блестящий экспериментатор и тонкий наблюдатель, Реди был известен как широкообразованный и разносторонне одаренный человек. Сохранилась его большая поэма «Вах в Тоскане», в которой подробно, с соответствующими научными комментариями, описываются тосканские вина. Академик В. И. Вернадский, высоко ценивший и внимательно изучавший творчество Реди, пишет по поводу упомянутого произведения: «Из этой веселой поэмы и ее примечаний ясно виден не только мягкий эрудит-эпикурец, но и своеобразный философ, бравший из жизни ее хорошие стороны, но и искавший в ней глубокое содержание... Сохранившиеся данные из его личной жизни (переписка) свидетельствуют о нем как о человеке добра, врача, гуманисте».¹⁹ К сожалению, мы можем только мысленно представить себе, какие интересные беседы велись между аскетически настроенным датским анатомом и жизнерадостным итальянским натуралистом. Несмотря на разницу в мировоззрении, обоих сближали глубокий интерес к природе, неутомимая страсть к изучению и пониманию ее явлений и склонность к экспериментальным исследованиям.

В начале апреля Стенон направляется в Рим. Здесь он сближается с рядом выдающихся ученых. На первое место среди них следует поставить крупнейшего итальянского биолога Марчелло Мальпиги (1628—1694). Один из основоположников микроскопической анатомии, Мальпиги сделал в этой области замечательные открытия. Им были впервые описаны: ростковый слой эпидермиса кожи, пирамидки и клубочки в почках, лимфатические тельца селезенки, выделительные органы насекомых. Все эти образования впоследствии были названы его именем. Он же при исследовании мочевого пузыря лягушки обнаружил капиллярное кровообращение, понятие о котором существенно дополнило теорию кровообращения Гарвея. Мальпиги должен быть назван и среди пионеров эмбриологии: ему принадлежат исследования ряда стадий развития зародыша в яйце курицы и изучение развития тутового шелкопряда. Этот разносторонний ученый оста-

¹⁹ В. И. Вернадский. Начало и вечность жизни. Избр. соч., т. V. М., Изд-во АН СССР, 1960, стр. 125.

вил видный след также и в анатомии растений. Очень примечательны его слова, в которых он объясняет причину своей заинтересованности в этой области: «Природа вещей окружена мраком и раскрывается лишь путем аналогий; ее надо просмотреть всю, чтобы через посредство простейших механизмов, более понятных нашим чувствам, мы могли бы разобрать более сложные механизмы».²⁰

В биографии Мальпиги, написанной его почитателем Г. Атти, рассказывается о случае, натолкнувшем ученого на открытие воздухоносных трубок и сосудов у растений. Приведем небольшой отрывок из этого рассказа: «Как-то раз вечером (в 1662 г.) Мальпиги прогуливался в дачном саду недалеко от города. Вдруг ветка каштана, простиравшаяся поперек дорожки на высоте человеческого роста, больно задела его по лицу. С досадой он схватил ее, сломал и на разломе увидел идущие вдоль ее нити, которые при более внимательном рассмотрении оказались каналами, наполненными воздухом, — трахеями растений».²¹ Повествуя об этом приключении, свидетельствующем об острой наблюдательности и целеустремленности мыслей ученого, его восторженный панегирист и биограф сравнивает описанный случай с такими событиями из истории науки, как пресловутое падение яблока, будто бы натолкнувшее Ньютона на мысль о всемирном тяготении, или колебание люстры в Пизанском соборе, давшее повод Галилею создать теорию маятника, или, наконец, сокращение мышц лягушки при разряде электрической машины, положившее начало учению Гальвани об электрических явлениях. По поводу всех этих сравнений известный русский зоолог Н. А. Холодковский (1858—1921), автор прекрасной книги о М. Мальпиги, справедливо замечает: «Оставив в стороне преувеличения, нельзя все же не отметить, что это наблюдение привело Мальпиги к открытию клеточного строения растений, хотя для клеточной теории тогда время еще не созрело и Мальпиги не сделал именно тех обобщений, которые были бы важнее всего. Что касается найденных им сосудов растений, то он констатировал, что одни из них проводят

²⁰ Н. А. Холодковский, М. Мальпиги. Берлин, Госиздат, 1923, стр. 21.

²¹ Там же, стр. 17.



Рис. 2. Заседание Академии Опыта
(Academia del Cimento).

воздух, другие же содержат различные растительные соки».²²

Интересно сопоставить это открытие Мальпиги в области строения растений с результатами его же анатомо-физиологических исследований. Такое сопоставление объясняет нам приведенные выше слова о раскрытии природных тайн с помощью аналогий. Изучая у животных движение крови и строение легких, Мальпиги увидел, что они не являются «однородной мясистой массой», как это считалось прежде, а «состоят только из перепонок, образующих маленькие пузырьки и полости».²³ Тем самым он впервые открыл альвеолярное строение легких. В 1665 г., т. е. как раз за год до знакомства со Стеноном, Мальпиги усердно изучал строение языка, органов осязания, печени, почек, селезенки, коры головного мозга.

Деятельность органов была им сведена к физиологическому значению соков, выделяемых железами. Клеточное (сосудистое) строение растений, альвеолярное строение легких, роль желез в строении органов — все эти открытия наталкивали на обобщающие аналогии, о которых писал сам ученый.

Краткий обзор научных достижений Мальпиги показывает исключительную близость некоторых из них с анатомическими исследованиями Стенона. Сюда прежде всего относятся исследования желёз и изучение коры головного мозга. Общность научных интересов, сугубо экспериментальное направление, развивавшееся обоими, способствовали их сближению, перешедшему в самую сердечную дружбу. Благодаря общим интересам Стенон тесно сошелся также с итальянскими оптиками Е. Дивини и Г. Кампани и математиком М. А. Риччи.

В это время престол римского папы занимал Александр VII, игравший роль благожелательного покровителя искусств и наук. (В частности, при нем архитектор Бернини закончил знаменитую колоннаду собора св. Петра). Католическая церковь всячески старалась загладить то гнетущее впечатление, которое произвел на всех мыслящих людей жестокий инквизиторский суд над Г. Галилеем, проведенный в 1633 г. Как известно, после допроса в зале пыток и публичного церковного покаяния вели-

²² Там же, стр. 17, 18.

²³ Там же, стр. 14.

кий физик должен был на коленях клятвенно отречься от учения Николая Коперника. Память об этом мрачном событии не могла изгладиться в умах ученых. Возмущение варварскими действиями духовенства, наложившего бессмысленный запрет на свободу научной мысли, продолжало расти. Учитывая эти настроения, Александр VII старался демонстрировать свое расположение к науке. Он собирал вокруг себя ученых, щедро вознаграждая тех из них, которые соглашались вести научную работу под его покровительством.

Такая обстановка способствовала, в частности, и тому, что ряд духовных лиц усердно занялся научными исследованиями и заслужил известность в этой области. С некоторыми из них довелось познакомиться и Стенону. Среди них особого упоминания заслуживает Атанасиус Кирхер (1601—1680). Немец по происхождению, Кирхер уже в юности вступил в орден иезуитов. Он преподавал в Вюрцбурге и Авиньоне, являясь профессором философии, математики и восточных языков. Позже, обосновавшись в Риме, Кирхер открыл музей, где были собраны коллекции физических и математических приборов, а также различных древних предметов. В его ученых трактатах имеются интересные и новые данные по оптике, акустике, магнетизму. Так, например, им были описаны принципы устройства волшебного фонаря, рупора, золотой арфы. Во время путешествия в Сицилию Кирхер обратил внимание на явление миража. Он был одним из инициаторов первой магнитной съемки в мировом масштабе (1637). Некоторые обобщающие идеи Кирхера не утратили интереса и в наше время. В качестве иллюстрации приведем цитату из монографии известного советского геолога Б. Л. Личкова: «В замечательной книге „Подземный мир“ (1665) А. Кирхер говорит о геометричности расположения гор. Он указывал, что можно различить две основные по направлению группы гор: широтные и долготные. Если первые из них располагаются параллельно экватору, то вторые более или менее параллельны меридианам... Эти идеи получили свое развитие в работах позднейших ученых. Уже в XIX столетии точную формулировку дал им Гумбольдт».²⁴ Однако

²⁴ Б. Л. Личков. К основам современной теории Земли. Изд-во Ленингр. ун-та, 1965, стр. 58—59.

нельзя не отметить и того, что наряду с ценными идеями и точными опытными данными в трудах Кирхера содержатся и совершенно фантастические сведения без какой-либо их критической оценки.

Историк естествознания Ф. Даннеман дает следующую характеристику Кирхеру: «Он не физик, как Гильберт или Галилей. Он любит многословные описания поразительных естественнонаучных явлений и интересных для профана физических фокусов».²⁵ Тяжеловесный фолиант Кирхера «*Magnes sive de arte magnetica* (Магнит или о магнитном искусстве)» Даннеман оценивает следующим образом: «Здесь заслуживает упоминания лишь то, что он пытался определить силу магнита при помощи весов. Большое место в книге Кирхера занимают его планы лечения болезней при помощи магнетизма. К этой же силе природы он сводил некоторые явления из жизни животных, например перелеты птиц. Особая глава посвящена магнетизму любви. Книга заканчивается размышлениями на тему, что бог — магнит всей природы».²⁶ Стенон, еще будучи студентом Копенгагенского университета, читал книги Кирхера. Можно себе ясно представить, что в этих сочинениях его привлекало и что именно вызывало в нем безусловный протест. Отбрасывая фантастические измышления и необоснованные заключения, датский ученый должен был с интересом отмечать все то, что Кирхер установил посредством опыта и проведенных наблюдений. Личное знакомство с этим весьма одаренным и замечательно многогранным человеком несомненно привлекало Стенона. Впоследствии между обоими учеными велась переписка.

По мнению Г. Шерца, во время пребывания Стенона в Риме Кирхер, встречаясь с ним, помимо научных разговоров, завлекал его в длительные беседы, касавшиеся религии. По всей вероятности, этот ученый-иезуит действительно способствовал переходу Стенона в католичество. Этому же содействовали и другие ученые монахи: уже упоминавшийся выше математик М. Риччи, ставший впоследствии кардиналом, иезуит Г. Фабри, восхищавшийся работами Стенона, и др.

²⁵ Ф. Даннеман. История естествознания, т. II. М.—Л., ОНТИ, 1936, стр. 91.

²⁶ Там же, стр. 91—92.

Нельзя не отметить, что пышные церковные церемонии, красочность и эффектность католических обрядов произвели большое впечатление на датского ученого, привыкшего с детства к аскетически суровым и монотонным лютеранским службам. Золото, пурпур, радужные цвета торжественных одеяний, блеск церковной утвари, цветной камень, красота мозаики и статуй, пышность и великолепие праздничных процессий под ярким итальянским солнцем явно поражали его эстетические чувства и, конечно, повлияли на отношение к католической церкви. Биограф Стенона придает особое значение тому впечатлению, которое произвел на ученого торжественный крестный ход, увиденный им на большой торговой приморской площади в Ливорно. Впечатление оказалось настолько сильным, что Стенон — этот сугубо точный и трезвый исследователь, исходивший всегда из строго проверенных экспериментов, — после неизбежных сомнений и колебаний начал склоняться к вере в церковные чудеса.

С этого дня он принялся усердно штудировать священное писание и труды отцов церкви. Свое время он стал делить между религиозными размышлениями и научными работами, причем последние все чаще начали отступать на второй план, уступая место покаянным раздумьям. И все же момент для окончательного отхода от науки еще не наступил. Стенону еще предстояло сделать ряд первоклассных анатомических открытий и заложить основы кристаллографии, палеонтологии, стратиграфии.

В июне 1666 г. ученый переезжает во Флоренцию. Здесь он встречает весьма благосклонный прием со стороны великого герцога Тосканы Фердинанда II. Уже широко прославившийся датский анатом являлся желанным гостем: он должен был украсить кружок ученых, группирувавшийся вокруг герцога, и оживить своими опытами их занятия. В связи с этим Стенону назначается помесечная пенсия, предоставляется жилище во дворце Palazzo Vecchio и отводится рабочее место для научных исследований в госпитале St. Maria Nuova.

Во Флоренции Стенона приближает к себе также Леопольдо Медичи, вскоре ставший кардиналом и сыгравший значительную роль в дальнейшей судьбе ученого. Медичи, несмотря на свой духовный сан, считался большим покровителем наук. В свое время он сам изучал математику и естествознание под руководством таких научных

корифеев, как Галилей и Торричелли. Впоследствии он старался поддерживать связи с выдающимися учеными той эпохи. С его именем и инициативой связано основание одной из первых итальянских академий — *Accademia del Cimento* (Академия Опыта), ставившей на первое место опытные исследования. Девизом Академии было изречение Галилея: «Проверять и всегда снова проверять» (рис. 2, см. вкл., стр. 32, 33).

Ясно, что Стенон, с его ярко выраженным эмпирическим направлением, пришелся здесь в высшей степени ко двору. Основанная за десять лет до его приезда Академия Опыта, благодаря широкому размаху честолюбивого герцога, предоставляла ученым возможность работать с дорогими приборами и редкими объектами для исследований. До прибытия Стенона основные интересы академиков были направлены главным образом в сторону решения физических проблем. Здесь еще живо помнили достижения Галилея и пытались по возможности продолжать намеченные им работы. Стенон принял самое горячее участие в деятельности Академии. С его появлением на первый план выдвинулись биологические проблемы. Вместе со своим другом Реди, также обосновавшимся во Флоренции, он наметил целый ряд совместных анатомических исследований. Результаты трудоемкой, но весьма плодотворной работы были оформлены уже к концу первого года жизни Стенона в Италии. В начале 1667 г. увидел свет его «Опыт элементарной миологии или геометрическое описание мускулов». Благодаря содействию герцога, которому Стенон посвятил свое сочинение, это издание отвечало самым высоким требованиям книгоиздательской техники того времени.

В это же время близ Ливорно была поймана огромная акула. По повелению герцога голова чудовища была доставлена во Флоренцию и передана в распоряжение Стенона. Препарируя голову акулы, ученый обратил особое внимание на ее зубы. Его осенила счастливая догадка о том, что эти зубы очень похожи на «глоссопетры». Так называемые глоссопетры (или, что то же самое, «камни в форме языка») издавна интересовали естествоиспытателей и коллекционеров диковинных «натуралий». Еще Плиний Старший обратил на них внимание и записал фантастические сведения о «камне в виде человеческого языка», будто бы «падающего с неба во время лунного за-

тмения». Позднее начали ссылаться на пластическую силу природы, создающую причудливые каменные образования. Чаще же всего их, особенно не мудрствуя, относили к продуктам так называемой «игры природы». Глоссопетры в большом количестве встречались на острове Мальта. Каждый владелец более или менее крупной коллекции натуральных курьезов и раритетов почитал своим долгом демонстрировать в своем собрании экземпляры таинственных треугольных «языкообразных» камней. Здесь уместно отметить, что в «Каталоге камней и окаменелостей Минерального кабинета Кунсткамеры Петербургской Академии наук» (1745), составленном М. В. Ломоносовым и другими, образцы глоссопетров уже правильно отнесены к «частям земных зверей, в камень обращенных».²⁷

При этом, однако, следует помнить, что глоссопетры с зубами ископаемой акулы впервые отождествил Стенон. Это открытие описано в статье «*Canis Carchariae dissectum caput*» (О вскрытии головы морского пса [акулы]), опубликованной в 1667 г. во Флоренции, в виде приложения к трактату о геометрии мускулов. Установив органическое происхождение некоторых каменных образований и приведя осторожные, но веские соображения о развитии животного мира во времени, Стенон поставил себя в ряды основоположников палеонтологии — науки об ископаемых организмах. Мало того, в той же статье (в пункте о яйцепроводе), а также в серии других публикаций он формулирует интересные выводы, относящиеся к эмбриологии. О том, как занимали ученого эти проблемы, показывают семь его статей, описывающих органы деторождения. Основой для таких описаний послужили проведенные им самим многочисленные вскрытия. Академия Опыта оказывала большую помощь ученому, доставляя ему разнообразный материал для исследований. В частности, Стенону удалось получить для детального анатомирования два женских трупа.

Однако слишком интенсивная работа и связанное с ней чрезмерное напряжение отразились на здоровье ученого. Из-за жестоких и длительных головных болей ему даже пришлось на неделю вовсе отказаться от научных занятий.

²⁷ М. В. Ломоносов. Полн. собр. соч., т. 5. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1957, стр. 229.

Такой перерыв снова вернул его к религиозным размышлениям. Он начал упрекать себя в излишнем увлечении «красотами природы», которые отвлекали его от «душеспасительных» занятий. Эти мысли, а также беседы с духовными лицами и учеными, тесно связанными с церковным миром, все больше склоняли его к решению перейти в католичество. Окончательный шаг был осуществлен после долгой и мучительной душевной борьбы и многих колебаний и сомнений. Биограф ученого, Г. Шерц, особенно подробно останавливается на этих переживаниях. Воспитание в строго протестантском духе сперва в отцовском доме, а затем в латинской школе и университете способствовали его приверженности к лютеранству. Прибыв в Италию, Стенон вначале строго придерживался отцовского вероисповедания и старался избегать в кругу своих друзей католиков прений на религиозные темы. К тому же и время его было перенасыщено научными занятиями. Однако новые итальянские друзья исподволь, с большим умением, вкрадчивостью и осторожностью постепенно завлекли его в лоно католической церкви. Этому помогало и собственное настроение Стенона: его пленяли эффектные церковные празднества, трогала простодушная вера народных масс, умиляли, казалось бы, дружжелюбные заботы о нем окружающих.

Знаменитый Г. В. Лейбниц, встретившийся со Стеноном несколькими годами позже, записал якобы со слов самого ученого следующий анекдотический рассказ об окончательном толчке, будто бы способствовавшем его решению перейти в католичество: «Добряк Стенон, датчанин, апостольский викарий Ганновера... рассказывал нам, что его решимости обратиться в католичество более всего способствовало восклицание одной флорентийской дамы, которая закричала ему из окна: „Синьор, идите не в ту сторону, куда вы хотели идти, а в другую!“». Этот голос потряс его, потому что он как раз в ту минуту размышлял о религии. А дело было в том, что он искал кого-то в доме, где находилась эта дама, но шел не туда, куда следует, и она хотела указать ему дорогу в комнату его приятеля...».²⁸

²⁸ Цит. по: М. М. Филиппов. Лейбниц, его жизнь и деятельность: общественная, научная и философская. Биографическая библиотека Ф. Павленкова. СПб., 1893, стр. 42.

Вряд ли дело обстояло так просто, как повествует об этом явно иронический рассказ Лейбница. Однако в решении Стенона большую роль действительно сыграли две женщины — монахиня Мария Флавия и светская дама Лавиния Арнольфини.

Мария Флавия работала в монастырской аптеке. Стенон симпатизировал этой старой монахине, вечно погруженной в хлопоты о бедных и больных. Он охотно беседовал с ней, несмотря на то что она называла его «еретиком» и настоятельно призывала к обращению в католичество. Еще больше хлопотала «о спасении его души» высокопоставленная светская дама, супруга посла в Лукке — Лавиния Сенами Арнольфини. Стенон много и упорно спорил с ней о лютеранстве и католичестве, не решаясь расстаться с отцовской верой.

Потеряв терпение, Лавиния, наконец, спросила, не слишком ли слабо его тяготение к католической церкви? Стенон ответил, что ему далеко не все нравится у католиков. Вместе с тем лютеранство его также не вполне удовлетворяет, хотя он этого до сих пор не замечал. Поэтому он не видит достаточного повода для того, чтобы отказаться от привычной ему религии и примкнуть к чуждой вере.²⁹

Лавиния с удвоенным рвением принялась уговаривать колебавшегося ученого и заставила его углубиться в изучение спорных вопросов.

Подчиняясь ее настоятельным требованиям, Стенон ежедневно посвящал несколько часов чтению церковных сочинений. В то же время в нем все больше разрастались сомнения и тревожные раздумья, связанные с воспоминаниями о семье и родине. Мучительно переживал он также вопрос о дальнейшей судьбе своих научных трудов. Наконец, 2 ноября 1667 г. энергичная дама одержала верх над нерешительным противником. После очередного спора она раздраженно воскликнула, что вследствие бесполезности их бесед и нежелания Стенона стать католиком она просит его больше к ней не приходить. Этот резкий отказ от дома, по словам Г. Шерца, «подействовал, как молния».³⁰ Все сомнения и колебания были побеж-

²⁹ G. Scherz. 1962, S. 20. — Об этом случае рассказал сам Стенон в письме «О моем обращении».

³⁰ Там же, стр. 21.

дены. Через пять дней Стенон принимает католичество, а вскоре его уже посвящают в апостолические нунции во Флоренции, т. е. возводят в высокую церковную должность (нунций — папский посол).

Однако недолго длилось душевное успокоение новоявленного католика. В декабре все того же 1667 г. он получает известие о том, что король Дании Фридрих III требует его возвращения на родину и назначает ему достаточно крупную годовую пенсию (400 рейхсталеров). В ответ Стенону пришлось сообщить о своем переходе в католичество. Он соглашался немедленно возвратиться в Данию при условии, что ему не будут ставить в вину его вероотступничество и позволят совершать католические богослужения. Извещение об отпадении Стенона от лютеранской церкви, очевидно, не пришлось по праву королю, управлявшему страной, где первенствующее место занимало лютеранство. Он либо вовсе не ответил ученому, либо ограничился весьма уклончивым ответом. Это привело к тому, что Стенон временно остался во Флоренции и углубился в новую для него научную область: он занялся геологическими исследованиями.

Выше уже упоминалось об его палеонтологическом открытии, связанном с изучением зубов акулы («акулы также могут вдохновлять», — замечает по этому поводу Г. Шерц). Интерес к ископаемым остаткам побудил ученого приняться за изучение геологии Тосканской области. Наблюдения над слоями осадочных пород и сделанные из этих наблюдений выводы наталкивают его на основные положения структурной геологии и стратиграфии — раздела геологии, изучающего последовательность залегания и взаимоотношения слоев и толщ горных пород. Именно этими выводами заслужил он в будущем почетное звание одного из зачинателей современной научной геологии. Тщательное изучение морских отложений, а также раковин и кристаллов минералов, находящихся внутри этих пород, внушило Стенону мысль написать большой научный трактат о твердых природных телах, заключенных внутри других твердых же сред. Он думал подробно изучить способы образования таких тел, вникнуть в особенности их развития и дать обобщающие выводы «о твердом, естественно находящемся в твердом». Все это ему хотелось исследовать в природной обстановке на самом месте возникновения таких тел. С этой

целью Стенон бродил по окрестностям Тосканы, всматривался в строение слоев, зарисовывал их взаимное расположение, собирал кристаллы кварца, гематита, пирита, коллекционировал окаменелости и вдумчиво изучал их наружный вид и внутреннее сложение.

К сожалению, летом 1668 г. геологические исследования Стенона были прерваны. Его друзья из Копенгагена письменно, хотя и без официального подтверждения, спешно вызывали его в Данию. Стенон сразу же откликнулся на этот призыв и стал собираться на родину. Однако до отъезда он счел своим долгом отчитаться перед своими итальянскими покровителями и представить, хотя бы в виде предварительного эскиза, открытые им новые явления.

Небольшая книжечка под заглавием «О твердом, естественно содержащемся в твердом» появилась во Флоренции в 1669 г. С точки зрения современных нам понятий, мы могли бы ее сравнить с авторефератом диссертации. В виде кратких, но четко сформулированных основополагающих тезисов Стенон знакомит читателя со своими важнейшими наблюдениями и обобщениями в области стратиграфии, минералогии, кристаллографии и палеонтологии. Наряду с геологической историей Тосканы мы здесь находим и основные положения, относящиеся к образованию и условиям залегания земных слоев, и важнейшие закономерности, касающиеся формирования кристаллов. Подробный обзор этих достижений читатель найдет в последующих главах. Здесь же лишь отметим, что год выхода в свет маленькой книжечки Стенона по справедливости считается годом рождения как научной геологии, так и кристаллографии. Приходится лишь горько пожалеть о том, что в дальнейшем Стенон не развернул своих замечательных тезисов и не написал запланированного им большого трактата, в котором широко охватывались бы все известные ему твердые природные образования. Некоторым утешением здесь может послужить лишь то, что и сформулированных им кратких тезисов было достаточно, чтобы обессмертить его имя. Это тем более удивительно, что в год, когда он совершил свои замечательные открытия, ему было лишь 30 лет и что геологией он занимался всего около года.

Собираясь в обратный путь на родину, Стенон с нетерпением ждал подтверждающей официальной бумаги

из Дании. Однако датское правительство не торопилось; ученый так и не дождался вызова. В связи с этим он и сам решил не спешить и до окончательного переезда в Данию предпринял большое путешествие по Италии, Австрии, Венгрии, Чехии, Германии и Голландии. «Через Альпы, Аппенины и Карпаты», — так охарактеризовал эту, преимущественно геологическую, поездку Г. Шерц. Попутно ученый собирался проводить геолого-минералогические наблюдения, чтобы дополнить имеющиеся у него материалы и завершить свой трактат о твердых образованиях природы.

Из Рима Стенон сперва направился в Неаполь, где с большим интересом изучал проявления вулканических процессов. Здесь же он приобрел новых друзей — ученых Неаполитанской академии (*Accademia degli Investiganti*). К концу года Стенон переезжает снова, минуя Рим, в Болонью, где встречается со своим другом Мальпиги. Далее ученый посещает Венецию, Верону и ряд других городов. Наконец, мы его видим уже в Австрии. В Иннсбруке его торжественно встречает эрцгерцогиня Анна Медичи, сестра тосканского герцога Фердинанда II. В письме к своему брату она рассказывает о впечатлении, произведенном на нее выдающимся натуралистом, а также о тех научных занятиях, которые он проводил в Австрии: «Я радуюсь его посещению и его учености, которую он проявил в солидном докладе, прочитанном после посещения солеварен в Галле³¹ и серебряных рудников Шваца. Теперь я ожидаю его лекции об изумрудных копях, куда он сейчас направился с тем, чтобы посмотреть, что там следует предпринять.³² Он еще не послал вашей милости, хотя и обещал мне это сделать, точного описания вскрытия чудовищного теленка, которое им было здесь проведено. Об этом он напишет сам и приложит поясняющие рисунки. В голове теленка вместо мозга было обнаружено четыре литра воды, вследствие чего он и не мог поднимать своей головы».³³ Как видим, неболь-

³¹ Старинное соляное месторождение, разрабатывавшееся еще римлянами, находится возле города Галль (Hall), в 10 км к востоку от Иннсбрука.

³² Месторождение изумрудов не слишком хорошего качества находится в слюдяном сланце Гейбахталя (Habachtal) возле Зальцбурга. Эти изумруды были известны с древних времен.

³³ G. Scherz. Vom Wege Niels Stensens. Munksgaard—Kopenhagen, 1956, S. 95.

шая остановка в Иннсбруке была весьма плодотворно использована ученым, он обогатился геологическими сведениями, а также вспомнил и свои анатомические интересы.

Пустившись снова в путь, Стенон проехал через Баварские Альпы в Нюрнберг. Здесь его приняли с большим почетом члены медицинской коллегии и натуралисты Леопольдино-Каролинской академии. В их кругу Стенон продемонстрировал несколько блестяще проведенных анатомических вскрытий.

Далее путешественник посещает Вену, а затем переезжает в Венгрию и Чехию. Целью его дальнейших поездок были знаменитые месторождения золота и серебра в юго-западной части Рудных гор Словакии. Ученый посвятил около двух месяцев тщательному изучению рудников и минеральных сокровищ этой интереснейшей в геологическом отношении области. Судя по случайно сохранившимся сведениям, дальнейший путь его был направлен в Прагу. Он посетил Карловы Вары, обогатил свои геолого-минералогические познания знакомством с Судетской областью.

Недавно был опубликован сохранившийся список каменных образцов, собранных Стеноном во время его путешествия.³⁴ Упомянутые в нем ссылки на месторождения, откуда были взяты экспонаты, несколько дополняют скудные сведения о местах, посещавшихся ученым. Приведем примеры таких указаний: «Кремневые камни, выкопанные поблизости от Нюрнберга» вместе с раковинами улиток, называемыми обычно «рогами Аммона»;³⁵ «сходная с древесинной масса и сурьмяная руда из Шнееберга в Тироле»; «серебряные и медные жилы», «серебряные руды», «кристаллы горного хрусталя и каменной соли» из Тироля; «черная кристаллическая руда из Фрейберга в Саксонии»; «серебряная руда» из Плурцинчена; «медная руда» из Донмустеля. Туфообразный камень с выступающими из него вершинками кристаллов кварца Стенон сопровождает примечанием: «Камень, полный кварцевыми кристаллами, который находится на полях в Саксонии»; обнаружены два образца с окаменевшими рыбами из Эйслебена.

³⁴ G. Scherz. 1958, S. 201—275.

³⁵ G. Scherz. Vom Wege Niels Stensens, S. 98. — Аммониты — ископаемые раковины моллюсков, принадлежащих к отряду аммоноидей.

Наконец, в феврале 1670 г. мы находим Стенона уже в Амстердаме. Здесь после долгой разлуки он встречает своего давнишнего друга — Сваммердама. В то же время в Амстердаме находится и его парижский меценат и благодетель Тевено. Убежденный протестант Сваммердам, а вместе с ним и другие голландские знакомые встретили Стенона горькими упреками за его переход в католичество. Однако горячие споры не смогли переубедить ученого. Мало того, они привели к результатам, прямо противоположным тому, чего хотели его приятели. Защищая свое поведение, Стенон все больше склоняется к решению целиком посвятить себя деятельности католического миссионера, отказавшись от продолжения своих естественнонаучных работ. К великому несчастью для науки, он вскоре начал осуществлять это роковое решение, все больше углубляясь в религиозные проблемы и все меньше отдавая времени научным исследованиям.

ПОСЛЕДНИЕ ГОДЫ

Во время пребывания Стенона в Амстердаме пришло известие о смертельной болезни тосканского герцога Фердинанда II; вскоре он скончался. В связи с этим Стенон спешно возвращается во Флоренцию. Новый герцог, Козимо III, по примеру своего отца, весьма благосклонно отнесся к вернувшемуся из долгого путешествия ученому. Он любезно предоставил ему пенсию и жилище. Вместе с тем герцог усиленно настаивал на окончании запланированного ранее геолого-минералогического трактата о твердых телах в природе. Следует заметить, что небольшая книжечка Стенона «О твердом, естественно содержащемся в твердом» (1669) произвела большое впечатление на ученые круги. Уже в 1671 г. выходит английский перевод этого сочинения, осуществленный секретарем Лондонского Королевского общества Ольденбургом, а в 1679 г. появилось второе издание латинского текста книги.

Однако Стенон упорно отказывается от продолжения своих научных работ и вместо этого принимается за писание религиозных сочинений, в которых он старается оправдать свои симпатии к католицизму. К таким сочинениям относятся два его послания: письмо «О моем обращении» и письмо «Об истинной философии к реформатору новой философии». В первом из этих писем Стенон рассказывает о причинах, побудивших его отказаться от лютеранства и перейти в католичество. Между прочим, здесь приводится и процитированный выше рассказ о его споре с Лавинией Арнольфини. Вот основной довод, объясняющий, по его собственным словам, почему Стенон пред-

NICOLAI STENONIS
DE SOLIDO

INTRA SOLIDVM NATVRALITER CONTENTO
DISSERTATIONIS PRODRAMVS.

A D

SERENISSIMVM

FERDINANDVM II.
MAGNVM ETRVRIÆ DVCEM.



FLORENTIÆ

Ex Typographia sub signo STELLÆ MDCLXIX.
SVPERIORVM PERMISSV.

Рис. 3. Титульный лист диссертации Н. Стенона «О твердом, естественно содержащемся в твердом» (1669).

почел католичество и отказался от лютеранства: «В результате всех соображений я пришел к заключению, что не надо следовать за каким-либо реформатором, так как ни один из них не может доказать, что он знает больше правды, чем другие»; католическая же церковь, являясь более древней, стоит, по мнению Стенона, ближе всего к «апостолическому первоначалу».¹

Письмо «Об истинной философии к реформатору новой философии» адресовано властителю дум его юности — Бенедикту Спинозе. Странно и даже как-то жутко читать слова выдающегося натуралиста, прежде так трезво, логично и смело расшифровывавшего сложнейшие загадки природы, а теперь смиренно упрощающего Спинозу отказаться от его замечательной философии. Для того чтобы дать читателю некоторое понятие об этом столь чуждом нам выступлении Стенона, приведем несколько характерных отрывков из его письма. Вот какие строки обращает Стенон к Спинозе: «Видя, в какого рода потемках обретается человек, мне когда-то очень близкий и, я надеюсь, даже и теперь мне не враждебный (ибо я полагаю, что память о старой дружбе все еще сохраняет взаимную любовь), и помня о том, что и я сам тоже погрязал некогда, если не совсем в тех же самых, то во всяком случае в тягчайших заблуждениях, я молю о той же небесной благодати для Вас... Бросьте мыслить, откажитесь от философии и науки, переходите в лоно католицизма, и Вы обретете счастье на земле и блаженство в небесах...».²

Письмо Стенона Спиноза оставил без ответа. Через несколько лет он написал достойную отповедь своему бывшему ученику, ставшему последователем Стенона, — Альберту Бургу. Приведем несколько цитат из этого замечательного письма, дышащего спокойным благородством и уверенностью в своей правоте: «Я решил было ничего не отвечать Вам, будучи уверен, что течение времени лучше, чем какие-либо доводы, может помочь Вам прийти в себя и вернуться к своим родным, — не говоря уже о других мотивах, которые некогда одобряли

¹ Niels Stensen. Meine Konversion. Kopenhagen, 1967, S. 37.

² Цит. по: М. Беленький. Спиноза. М., Изд-во «Молодая гвардия», 1964, стр. 208.

Вы сами в нашей беседе о Стеноне (по следам которого Вы теперь идете). Но некоторые друзья, возлагавшие вместе со мной надежды на Ваши прекрасные дарования, убедительно просили меня не изменять долгу дружбы и подумать более о том, чем Вы были прежде, чем о том, чем Вы стали теперь. Эти-то и подобные им доводы и склонили меня написать Вам нижеследующие строки, которые я и прошу Вас прочесть с достоюльственным спокойствием духа».³ Далее следует обширный текст письма, из которого ниже приводится несколько убедительных строк: «Не в том ли состоит все Ваше смирение, что Вы верите не самому себе, но только другим людям, которых весьма многие осуждают. Или, быть может, Вы считаете дерзостью и гордостью то, что я пользуюсь моим разумом (ratio)...? Долой это пагубное суеверие! Признайте разум, данный Вам богом, и развивайте его, если не хотите быть причисленным к животным! Перестаньте называть нелепые заблуждения мистериями и не смешивайте столь постыдно того, что нам не известно или еще не открыто, с тем, нелепость чего может быть доказана, — каковы приводящие в трепет таинства Вашей церкви, которые Вы тем более считаете превосходящими человеческое понимание, чем более они противоречат правильному разуму...».⁴

К сожалению, Стенон уже всецело находился во власти католической церкви и все глубже погружался в мистицизм. Первое время он еще пытался согласовать и примирить между собой науку и религию. Так, например, сохранились воспоминания о том, как он внушал своему другу Мальпиги мысли о взаимодействии между материей и духом: «Это взаимодействие является столь удивительным проявлением всемогущего создателя, что он не может достаточно удивиться на него...».⁵ Нет надобности говорить о том, как далеки были эти «новые идеи» от прежних замечательных трудов естествоиспытателя, прочно основанных на изучении материального мира. Вместе с тем справедливость требует отметить, что, став правоверным католиком, Стенон остался верен своему прямодушному и благородному характеру, пленяя окружающих добротой и человеколюбием. Живя во Флоренции,

³ Там же.

⁴ Там же, стр. 14.

⁵ G. Scherz. Niels Stensen. Bildbuch. Würzburg, 1962, S. 24 (в дальнейшем: G. Scherz. 1962).

он всячески уклонялся от праздного и беззаботного существования, столь обычного для завсегдаев герцогского двора и сановитых церковников.

Соблюдая самый строгий образ жизни, Стенон считал своим долгом делиться всем, чем можно, с неимущими, помогать бедным, вести поучительные беседы с народом. В это время он еще не окончательно отошел от науки. Его еще не оставила надежда закончить трактат о твердых телах в природе. По требованию двора он приводит в порядок и систематизирует естественноисторические коллекции, а попутно подбирает материалы и для своего сочинения.

Летом 1671 г. по поручению Академии Опыта Стенон предпринимает путешествие к высокогорным итальянским озерам для изучения альпийских пещер, в которых образовывался лед даже в летнюю пору. Особенно подробно осмотрел ученый замечательный грот возле озера Комо. Для этого пришлось предпринять трудное восхождение к горам, «которые больше посещались козами и сернами, чем людьми».⁶ Возвратившись из этого романтического похода, Стенон тщательно описал изученные им гроты с их окрестностями.

Наконец, зимой 1671/72 г. ученый получает долгожданное приглашение вернуться на родину. Этим решением он был обязан датскому канцлеру П. Шумахеру-Грифенфельду, отличавшемуся веротерпимостью и старавшемуся смягчить слишком суровые порядки, установленные лютеранской церковью. Тосканский герцог разрешил Стенону сделать свободный выбор, причем обещал в случае его возвращения во Флоренцию предоставить ему место воспитателя кронпринца. Ученый решил во что бы то ни стало вернуться к себе на родину.

В конце зимы он отправляется в далекий обратный путь и в июле 1672 г. появляется в Копенгагене. Здесь путешественник находит приют у своей сестры, в том самом доме, где родился. Сперва возвращение прославившегося ученого было встречено благосклонно соотечественниками и правительством. Ему был дан титул «королевского анатома» и предоставлено помещение анатомического театра, долгие годы пребывавшего в полном бездействии. «Дело шло о пробуждении ото сна этой спя-

⁶ G. Scherz. 1962, S. 24.

щей красавицы», — пишет по этому поводу Г. Шерц.⁷ Стенон с жаром принялся за осуществление такой задачи, отложив окончание своих геологических работ и снова вернувшись к анатомии.

В течение 1672 г. «несравненный прозектор Нильс Стенон» провел ряд блестящих анатомических вскрытий на трупах животных. Эти эффектные демонстрации охотно посещались сановными лицами, покровительствовавшими ученому и помогавшими ему получить материалы для вскрытий.

В феврале следующего года в течение десяти дней Стенон производил перед зрителями подробное анатомирование трупа казненной женщины. Этот труп был пожертвован в анатомический театр палачом Копенгагена. Перед вскрытием великий анатом произнес восторженную речь, в которой обрисовал перед слушателями переход от «жуткой картины смерти» к царству красоты и целесообразности в строении природных тел. Однако, не ограничиваясь этим, он утверждал, что «анатом является указательным перстом господа бога»,⁸ и призывал слушателей последовать своему примеру.

Свои мысли он кратко сформулировал словами: «Прекрасно то, что мы видим, еще прекраснее то, что мы знаем, но далеко превышает по красоте то, что нам не известно»⁹. Это высказывание Стенона приобрело впоследствии большую популярность и в настоящее время выгравировано на пьедестале его памятника в Копенгагене.

Очевидно, вышеупомянутая речь и подобные ей лекции Стенона в анатомическом театре производили впечатление на слушателей. В результате один из студентов, задавшийся целью «вырвать идеального учителя и его сияющий дух из мрака папской церкви», вместо того сам решил перейти в католичество.¹⁰

Позднее влиянию Стенона подчинился молодой врач из немецкой лютеранской семьи Георг Рётенбек. Будучи горячим поклонником Стенона как выдающегося анатома, он стремился встретиться с ним для научных беседований. Результатом этих встреч было, однако, то, что

⁷ Там же, стр. 25.

⁸ Там же.

⁹ Там же.

¹⁰ Там же.

Рётенбек обратился в католичество и примкнул к последователям Стенона, а впоследствии стал священником. Это обращение вызвало в протестантских кругах Германии бурю негодующих откликов.

Описанные случаи не могут не навести на печальные размышления.

При мысли о том, что свое изумительное искусство анатома, свое блестящее понимание строения тела человека и животных, а также и свое красноречие Стенон использовал для пропаганды религиозных идей, нам поневоле становится грустно. Еще печальнее то, что с течением времени он все больше отдавал предпочтение этой пропаганде и все дальше отходил от истинной науки. Поистине трагично, что, будучи еще сравнительно молодым человеком, в возрасте всего 35 лет, в полном расцвете своих дарований, Стенон фактически убил в себе гениального ученого, превратившись в церковного проповедника.

Речи Стенона в анатомическом театре и его приверженность к католической церкви всполошили в конце концов правоверных лютеран Копенгагена. Особенно возмущались университетские профессора: ведь Стенон не принадлежал к их корпорации и, следовательно, не имел никаких прав пользоваться анатомическим театром и распоряжаться в нем. Начались интриги, тайные подкопы, а затем и открытые нападки. Все это привело к тому, что круг частных лиц, посещавших его демонстрации, стал сужаться, а в конце второго года анатомические вскрытия и вовсе были прекращены. Оказавшись в бездействии среди враждебно настроенных соотечественников, видевших в нем вероотступника и отщепенца, Стенон подал просьбу о разрешении покинуть Данию.

В июле 1674 г. он простился со своей родиной, с тем чтобы вернуться во Флоренцию. По дороге Стенон остановился на несколько дней в Ганновере. Здесь он продемонстрировал несколько анатомических вскрытий перед герцогом Иоганном Фридрихом. Последний пришел в такое восхищение, что подарил ученому золотую цепь и драгоценный золотой медальон. Но Стенон остался верен своим строгим правилам: он сразу же обменял подарки на деньги, чтобы тут же раздать их нищим.

Далее путешественник оказался в Амстердаме. Он предпринял еще одну попытку склонить упорного Свам-

мердама к совместной поездке во Флоренцию, однако получил решительный отказ.

В декабре 1674 г. Стенон в третий раз появляется во Флоренции. Здесь он становится наставником и воспитателем принца, обучая его «христианской философии», включавшей в себя и естественнонаучные знания, и нравственно-религиозные правила. Курс этой своеобразной философии он даже оформил в виде специального трактата, впоследствии утерянного.

Все больше погружаясь в религиозные занятия, Стенон пришел к плачевному для науки решению — всецело посвятить себя служению церкви, навсегда отказавшись от ученых исследований. После основательной подготовки в апреле 1675 г. он был возведен в священнический сан. Его теологические познания получили такую высокую оценку, что его освободили от дальнейших проверок и экзаменов и разрешили сразу же вести церковные службы, выступать с проповедями и принимать исповеди. Став священником, Стенон дал строгий обет жить в условиях самой суровой бедности и аскетизма. От этого обета он не отступал до смерти. «Воздержание в платье, пище и жилище — путь к духовному богатству», — таков был его девиз.

В своих проповедях и поучениях бывший ученый бичевал свои прежние «заблуждения», увещевал старых товарищей по науке, осуждал философию Спинозы. Одной даме он писал: «К мудрости можно подходить тремя путями: как обезьяна, как языческий философ или как христианин...»¹¹

Все эти проявления фанатической религиозности отдаляют нас от Стенона и придают его образу мрачные, чуждые нам черты.

Деятельность новоявленного католического священника вызывала горькое осуждение и сожаление со стороны его прежних сотоварищей по науке. Замечательный ученый, блестящий оратор и учитель, став фанатичным проповедником церковной реакции, сразу восстановил против себя как людей науки, так и представителей лютеранской церкви. Особенно злобным нападкам Стенон подвергся со стороны лютеранских церковников, его бывших единоверцев и соотечественников.

¹¹ Там же, стр. 27.

Стенону пришлось адресовать большое письмо своему старому учителю и другу, профессору О. Борху, в котором он пытался оправдать свое вероотступничество. Пришлось ему сочинить также обширные послания, опровергающие направленные против него обвинения, голландскому теологу Ф. Шпангейму и некоторым другим.

Как нам известно, герцог в Ганновере — Иоганн Фридрих — был в свое время поражен анатомическим искусством и личностью Стенона. Он поддерживал с ним переписку и вскоре пригласил его занять место апостолического викария при своем дворе, т. е. стать главой католической церкви в Ганновере.

Римский папа Иннокентий XI дал на это свое согласие, и в мае 1677 г. Стенон выехал из Флоренции.

До переезда в Ганновер Стенон должен был прибыть в Рим, с тем чтобы предстать перед лицом самого римского папы и получить посвящение в епископы. По пути он решил совершить паломничество в Лорето и поклониться находящимся там «святыням». Это путешествие будущий епископ совершил пешком, босым и в рубище, как самый последний нищий. После тяжелого перевала через Апеннины он пришел в Лорето настолько обессиленным и истощенным, что настоятель тамошнего монастыря велел ему временно прервать путешествие и сделать необходимую передышку.

В Риме Стенон задержался на четыре месяца. О том, что в нем не окончательно еще умер тогда ученый, свидетельствуют встречи и длительные беседы с немецким математиком Е. В. Чирнгаузом.

Наконец, в сентябре 1677 г. Стенон получил долгожданную аудиенцию у папы Иннокентия XI и с высочайшего разрешения был посвящен в епископы. Официально он именовался теперь «титularным епископом Титиополиса».

После посвящения новоявленный епископ спешно пустился в путь к Ганноверу. По дороге он заехал во Флоренцию, чтобы проститься со своими друзьями. Почтовая карета доставила его через Альпы в Ганновер.

Нелегкая доля ожидала нового епископа в Германии. Из Ганновера он должен был управлять католиками, рассеянными чуть ли не по всей Северной Германии, а также по Дании и Норвегии. В то время подавляющее большинство немцев уже давно перешло в лютеранство.

За исключением замкнутой области вокруг Кельна, во всех остальных местах католический элемент населения был весьма незначительным. По характеристике Г. Шерца, поле деятельности Стенона представляло «гигантское поле сплошных руин католичества».¹²

Иоганн Фридрих назначил Стенону годовую пенсию в 1000 талеров и по-прежнему проявлял к нему дружеское расположение. Новый епископ Ганновера должен был проводить церковные службы в церкви монастыря капуцинов, непосредственно прилегавшей к дворцовой церкви. Общее число его прихожан не превышало пятисот, причем кроме коренных немцев здесь были многочисленные иностранцы.

В связи с этим приходилось произносить проповеди на немецком, итальянском и французском языках. Следует особенно подчеркнуть то обстоятельство, что католики Ганновера жили во враждебном окружении подавляющего большинства лютеранского населения. По свидетельству биографов, Стенон и в этой неприязненной обстановке сумел привлечь симпатии и уважение. «В отношении протестантов, как близких, так и дальних, он держался с кротостью и ясностью».¹³ Его миролюбивое поведение привело к дружеским отношениям с некоторыми протестантскими проповедниками и даже с самим главой протестантской церкви в стране.

В Ганновере Стенон повстречал знаменитого Лейбница, уже широко прославившегося тогда своими математическими, философскими и юридическими сочинениями. Великий ученый занимал при дворе Ганновера скромное место «годового библиотекаря» и, кроме того, числился «советником» герцога. Стенон, как естествоиспытатель и мыслитель, чрезвычайно интересовал Лейбница, давно уже жаждавшего встречи с прославленным натуралистом, неожиданно превратившимся в католического епископа. Между обоими выдающимися представителями XVII в. началась длительная дискуссия относительно возможности всеобщего духовного единения на базе «основных фундаментальных истин». Очевидно, оба спорщика не были в восторге друг от друга. Мы уже помним приводившийся выше иронический рассказ Лейбница об ане-

¹² Там же, стр. 30.

¹³ Там же, стр. 31.

кдотической причине, будто бы побудившей Стенона принять католичество. Приведем еще один небольшой отрывок из «Теодицеи», где Лейбниц ясно высказывает свое отношение к религиозной деятельности своего оппонента: «Он был великий анатом и весьма знающий естествоиспытатель, но, к сожалению, оставил науку и из великого ученого стал посредственным богословом. Даже о чудесах природы он едва хотел слышать, и понадобилось особое папское повеление для того, чтобы заставить его сообщить результаты наблюдений, о которых просил г. Тевето...».¹⁴

Со своей стороны и Стенон дал краткую, но не очень лестную характеристику Лейбница: «Тот оказывается нигде, кто думает быть везде».¹⁵

Занимая пост епископа в Ганновере, блестящий автор прежних анатомических, кристаллографических и геологических трудов пишет многословные религиозные трактаты, полемизируя со своими лютеранскими противниками и поучая свою паству («Проверка одного возражения», «Повод к религиозным беседам», «Католическое вероучение об очистительном огне» и т. п.).

В это время его страстным поклонником и верным помощником становится лифляндец Иоганн фон Розен, служивший начальником гвардии при ганноверском дворе. Знакомство со Стеноном побудило его перейти в католичество и стать священником. После смерти своего наставника он написал небольшие «Воспоминания о жизни и кончине Нильса Стенсена». Из этого бесхитростного сочинения мы узнаем об аскетическом образе жизни и суровых правилах, которых придерживался в то время Стенон. Он во всем уподоблялся нищим, спал на соломенном мешке, питался сухим хлебом, соленой рыбой, вареными овощами, а иногда и вовсе лишал себя пищи. Жестоко истязая себя, он подрывал свое и без того слабое здоровье и сознательно близился к смерти. Религиозная бездна окончательно поглотила его умственные дарования.

Пребывание Стенона на посту епископа в Ганновере длилось лишь два года.

¹⁴ Цит. по: М. М. Филиппов. Лейбниц, его жизнь и деятельность: общественная, научная и философская. Биографическая библиотека Ф. Павленкова. СПб., 1893, стр. 42.

¹⁵ G. Scherz. 1962, S. 31.

В декабре 1679 г. герцог Иоганн Фридрих на обратном пути из Италии внезапно скончался, не оставив после себя наследника. Новый герцог Эрнст-Август вначале отнесся терпимо к вероучителю своего предшественника, но лютеранские проповедники, снова вернувшиеся к власти, добились запрещения католических богослужений в дворцовой церкви и потребовали закрытия монастыря капуцинов. В связи с этим Стенон оказался фактически не у дел.¹⁶

В октябре 1680 г. из Рима приходит указ о новом его назначении на место епископа в Мюнстере. Вместе с тем он должен был по-прежнему нести ответственность за Северную Германию, Данию и Норвегию.

Иоганн Розен так описывает его жизнь в то время: «По приезде в Мюнстер он стал жить еще строже. Он постился по понедельникам, средам, пятницам и воскресеньям, а его ужин в эти дни состоял из сухого хлеба и пива. Если ему предстояло решать какое-либо важное дело, то он строго постился три дня до этого, а мясные блюда, которые ему полагались в эти дни, тайно приказывал отдавать бедным. Путешествия по своему епископству он всегда совершал пешком, проходя обычно в день семь немецких миль. Все, что он мог достать, он раздавал бедным, а когда у него уже ничего не оставалось, он продал свой драгоценный епископский перстень и свой епископский посох, чтобы помочь неимущим».¹⁷ Только нужда заставила его ограничиться «семьей» из 14 человек, заботы о которых он взял на себя. Биографы Стенона с умилением приводят все эти детали, несомненно, свидетельствующие о его подвижнической жизни и душевной доброте.

Однако мы, читая об этом, не можем не сожалеть о том, сколько энергии и сил отдал Стенон своей религиозной деятельности. Огорчительно, что его незаурядная энергия и целеустремленность не были направлены совсем в другую сторону — на пользу науке. Сколько замечательных открытий и важных обобщений было при этом безвозвратно утеряно! Выше приводились сведения о скромной трудовой жизни Спинозы, целиком посвященной научной работе и философским размышлениям. Какая

¹⁶ Там же, стр. 33.

¹⁷ Там же, стр. 34.

поразительная разница при сравнении с последними годами деятельности Стенона! Все эти годы с мучительными покаяниями, истязанием и умерщвлением плоти расцениваются нами как страшное самоубийство, отнявшее у человечества одного из наиболее выдающихся представителей науки XVII столетия.

Примерная аскетическая жизнь и активная деятельность в пользу католической церкви все же не спасли добродетельного епископа от враждебных нападков, козней и интриг со стороны не только лютеран, но и его единоверцев-католиков. Решая вопрос о приеме кандидатов в священники, Стенон обратил пристальное внимание на злоупотребления, связанные с распределением церковных должностей. Как правило, самые завидные и лучше оплачиваемые места удерживались за членами высокопоставленных дворянских семейств. Стенон же пытался исходить из личных достоинств и заслуг кандидатов, отказывая в посвящении недостойным, хотя бы и высокородным абитуриентам. В этом вопросе, как и следовало ожидать, он натолкнулся на сильное противодействие со стороны церковных властей. Напрасно апеллировал прекраснодушный, но наивный епископ к высшим церковным властям, напрасно писал он поучительные трактаты о пастырских обязанностях, напрасно проводил занятия с молодыми кандидатами в священники. Горько сожалел он об их равнодушии к религии и сетовал на то, что «пастыри душ сами не стремятся к святости, не исполняют своих обязанностей и не ведут своей паствы по истинному пути».¹⁸ Папа не отзывался, поучительные трактаты не находили достойных читателей, а красноречивые призывы оставались без слушателей. Между тем ближайшие сослуживцы епископа исподволь вели против него интриги, стремясь сбросить иго слишком прямодушного и прямолинейного энтузиаста, не понимавшего реальной обстановки. О создавшейся ситуации красноречиво пишет в своих «Воспоминаниях» Иоганн фон Розен: «Его преследовали не только еретики и лютеране. Сами католики постоянно грозились отрезать ему нос и уши и изгнать из страны, как мошенника».¹⁹

¹⁸ Там же, стр. 35.

¹⁹ Там же, стр. 35, 36.

К довершению бед, в 1683 г. скончался благоволивший к нему князь — епископ Фердинанд. В его завещании Стенону поручалось управление северными католическими миссиями. Однако в тот момент всю церковную власть в Мюнстере забрал в свои руки ярый противник Стенона — Иоганн фон Торк. Он ограничил полномочия слишком ретивого епископа и запретил ему дальнейшие посещения священников и монастырей.

Интриги фон Торка заставили Стенона обратиться с посланием к самому римскому папе. Но папа был далеко, а ближайшие сослуживцы и противники приложили все усилия к тому, чтобы на место неугодного им руководителя был назначен другой, более покладистый и снисходительный к их делам.

Стенон был поражен и возмущен этими коварными планами и тайными махинациями. В день перевыборов епископа он ранним утром покинул Мюнстер, отказавшись вести дальнейшие богослужения.

В отправленном из Гамбурга новом письме к римскому папе он писал о возмутивших его явлениях в политике католической церкви. В особенности смущали его богатейшие доходы некоторых священнослужителей и церковных властей. По мнению Стенона, их возрастающие богатства не только не увеличивают престиж и мощь католичества, но ведут к тому, что церковь становится слишком светской и теряет свой авторитет в глазах простых людей. Здесь уже не помогут «все войска и сокровища всех князей».²⁰

Письмо низложенного епископа дошло до римского папы и произвело на него должное впечатление. В декабре 1683 г. папа Иннокентий XI направил своему представителю в Кельн послание, извещая о том, что он отказывается окончательно утвердить выбор нового епископа в Мюнстере.

Временно обосновавшись в Гамбурге и пользуясь защитой тамошнего князя, Стенон пытался продолжать свою борьбу с недругами как католическими, так и лютеранскими. Вместе с тем он чувствовал себя глубоко оскорбленным и подавленным. Истерзанный тяжелыми сомнениями и мучительными переживаниями, он жаждал теперь отдохнуть и успокоиться. Особенно хотелось ему

²⁰ Там же, стр. 36.

вернуться в любимую солнечную Италию и еще раз свидеться со своими старыми друзьями: «...у меня сердце разрывается от страстного желания увидеть еще раз те места и лица, в которых бог показал такую великую ко мне милость», — писал он в одном из своих писем.²¹

После длительной переписки в июле 1685 г. пришло разрешение из Рима на поездку Стенона в Италию. Однако до этого путешествия он решил еще раз посетить свою родину. В августе того же года Стенон в последний раз увидел Копенгаген. Это прощальное посещение родных мест продолжалось всего лишь 10 дней.

Стенону уже не хотелось больше выступать здесь с диспутами и дискуссиями. Он вернулся домой не как прославленный ученый, а как отверженный и преследуемый врагами отщепенец, представитель чуждой здесь религии. Его уже не тянуло в университет, к студенческой аудитории и ученым собратьям. Чуть ли не тайно, при закрытых дверях отслужил он мессу для своих немногочисленных единоверцев и навсегда распростился с отчиной.

Во время этой поездки Стенон посетил Ганновер, чтобы проверить положение находившихся там католиков. Здесь ему пришлось вспомнить о своем анатомическом даровании и произвести свое последнее анатомическое вскрытие. К этому его побудила встреча с Антонио Непетом, бывшим францисканским монахом, сделавшимся последователем Спинозы и поклонником рационализма и атеизма. Желая убедить Непета в «ошибочности» его взглядов, Стенон написал письмо с доказательствами якобы неоспоримой согласованности природных явлений и «божественного откровения». Мало того, епископ решился снова взять в руки скальпель и произвести анатомическое вскрытие, чтобы продемонстрировать Непету изумительное строение сердца. Как мы уже знаем, строение бычьего сердца в свое время потрясло самого Стенона и заставило его поверить в «божественную премудрость». Теперь он пытался убедить в этом и Непета, прибегая к поразившему его анатомическому факту.

Вернувшись в Гамбург и готовясь к итальянскому путешествию, Стенон получил приглашение захватить

²¹ Там же, стр. 38.

в Шверин, где престол скончавшегося герцога, бывшего католиком, занял новый герцог — лютеранин.

В декабре 1685 г. епископ-анатом явился в Шверин, чтобы разобраться в положении католиков при новой власти и помочь им проповедями и делом.

Единственный католический священник в Шверине оказался тяжело больным глубоким стариком. Стенон принялся самоотверженно ухаживать за ним, не давая себе покоя ни днем, ни ночью. Так продолжалось до самой смерти старого священника. Вскоре после этого, 21 ноября 1686 г., и сам Стенон почувствовал жестокие боли, очевидно связанные с болезнью почек. Несмотря на боли, он в тот же день провел церковную службу и произнес две проповеди — на французском и на немецком языках. Отслужил он мессу и на следующий день и даже выступил с краткой проповедью, но был уже в таком состоянии, что его верный помощник Розен должен был поддерживать своего патрона. Записки того же Розена сохранили сведения о последних днях Стенона.

Через день боль стала настолько жестокой, что Стенон уже не смог выходить из дома. Несмотря на это, он отказывался лечь в кровать. Полулежа на деревянной скамье, покрытой ветхим плащом, он писал свои последние письма итальянским друзьям и церковному начальству. Наконец невыносимые муки заставили его слечь в постель. До самого конца он мужественно переносил страдания и даже утешал своих друзей.

Стенон скончался 25 ноября 1686 г. в возрасте 48 лет.

Его смерть произвела глубокое впечатление на окружающих. Об этом подробно повествуют воспоминания Розена, тщательно записавшего все душеспасительные высказывания и покаянные молитвы умиравшего Стенона. К сожалению, около него не оказалось ни одного человека, заинтересованного в дальнейшей судьбе оставленного им научного наследия. Никто даже не попытался спросить ученого о его поручениях на этот счет.

Розен составил тщательное описание имущества, оставшегося после смерти Стенона: «Кроме красного кошелька с двумя епископскими перстнями и нательным крестом, его имущество и вся его одежда состояла из плохого черного костюма, старого плаща, двух рубашек, из мешковины, нескольких маленьких подержанных носовых платков, употреблявшихся им также вместо шейного

платка, и ночного колпака, на который не польстился бы и нищий. Когда-то этот шерстяной колпак был белым, но впоследствии он стал черным из-за пыли, грязи и пота. Епископ пользовался им не столько ночью, сколько днем во время своих пешеходных путешествий, защищаясь от жестокой непогоды. . . Мы нашли также много его книжек и его теологические, апологетические и аскетические сочинения».²² Читая это описание, нельзя не пожалеть о том, что Розен уделил гораздо больше внимания ночному колпаку Стенона, чем его книгам. Мы даже не знаем, сохранились ли среди них его ученые трактаты и незаконченные манускрипты.

Приведенная цитата показывает, в какой суровой нищете принуждал себя жить Стенон. Без сомнения, такой образ жизни, связанный с постоянным недоеданием и телесными истязаниями, и свел его в могилу. Это подтверждается фразой из воспоминаний Розена: «Здесьшний врач приписал его смерть слишком строгой жизни».²³ Как это ни печально, но нельзя не прийти к выводу, что Стенон по сути дела убил его религиозный фанатизм.

Обращает на себя внимание весьма краткое упоминание о многих книгах, оставшихся в скудном имуществе скончавшегося епископа. Хочется думать, что Стенон не случайно хранил их у себя. И в последние годы жизни, быть может, в нем теплилась надежда вернуться при более благоприятных условиях к своим прерванным работам.

Двойственность жизни и деятельности великого датского натуралиста наложила печать и на последующую судьбу его научного и духовного наследия.

Сразу же после кончины ученого епископа среди его католических поклонников и последователей стала складываться легенда о святости умершего. Начало ей положил присутствовавший при смерти и погребении Стенона Розен. Он писал, например, что лицо скончавшегося «стало гораздо свежее и румянее и несравненно прекраснее, чем при жизни. Этому удивлялись даже многие лютеране, пришедшие из любопытства взглянуть на него».²⁴

²² Там же, стр. 53, 54.

²³ Там же, стр. 26.

²⁴ Там же, стр. 41.

В 1687 г. прах Стенона был доставлен на корабле во Флоренцию. Здесь его торжественно предали погребению в базилике св. Лоренцо, прилегающей к церкви Медичи.

На мраморной могильной плите вырезана надпись, восхваляющая религиозные деяния Стенона и ни одним словом не упоминающая о его научных заслугах:

«Здесь покоится то, что было земным в Нильсе Стенсене, епископе Титиополиса, — человеке, полном стремления к божеству!

Дания родила его в неправильной вере, Тоскана переродила его в правоверного. Рим почтил его добродетель званием епископа. Северная Саксония видела в нем мужественного поборника евангелия. Шверин печалится о нем, изнемогшем от трудов и напряжения. Церковь оплакивает его. Флоренция пожелала сохранить у себя хотя бы его прах. В году господнем 1687».²⁵

Спустя два с лишним столетия останки Стенона были перенесены в боковую часовню при базилике св. Лоренцо.

В 1938 г., в связи с 300-летием со дня рождения ученого, римский папа Пий XI в торжественной проповеди сравнивал Стенона с «блестящей звездой, возносящей души к высочайшим вершинам истины и добродетели»,²⁶ и призывал во всем следовать его примеру.

Могила Стенона и в настоящее время привлекает, как святыня, фанатичных приверженцев католической церкви. Ватикан не упустил возможность канонизировать Стенона. И это неудивительно. Ведь современный фидеизм, по меткому замечанию В. И. Ленина, «вовсе не отвергает науки; он отвергает только „чрезмерные претензии“ науки, именно, претензию на объективную истину».²⁷

Для нас гораздо значительнее мемориальная доска, установленная на гробнице Стенона в 1883 г. участниками Международного геологического конгресса от имени ученых всех наций. Надпись на этой доске прославляет Стенона как основателя геологии и одного из наиболее замечательных анатомов всех времен и народов: «*Vir inter geologos et anatomicos praestantissimus* (Муж между геологами и анатомами превосходнейший)».

Сложнее была судьба научного наследия датского естествоиспытателя.

²⁵ Там же, стр. 42.

²⁶ Там же, стр. 6.

²⁷ В. И. Ленин. Соч. Изд. 3-е, т. XIII, стр. 102.

Ученые XVIII столетия еще помнили его открытия и цитировали их в своих сочинениях. Далее следует период почти полного забвения научных трудов Стенона. Только в середине XIX в. геологи, кристаллографы, палеонтологи с изумлением заново открывают богатейшую сокровищницу стеноновских достижений. Большую роль в этом воскрешении сыграл знаменитый А. Гумбольдт (1769—1859), отметивший исключительную ценность геологических обобщений старинного натуралиста. В последующих главах, посвященных дальнейшей судьбе важнейших открытий Стенона, мы остановимся подробнее на исторической роли этих открытий и на их современной оценке.

Заканчивая обзор жизненного пути и деятельности Нильса Стенсена, считаем целесообразным обратить внимание читателя на дошедшие до нас портреты великого ученого. Нам кажется, что они лучше всего отражают его жизнь, полную горестных переживаний и трагических переломов. Подробный анализ этих изображений дан в специальной статье Г. Шерца, материалами которого мы здесь частично воспользуемся.²⁸

Первым по времени и наиболее известным изображением Николая Стенона является его портрет (см. обложку), находящийся в Галерее Уффици (Флоренция). Сверху на холсте крупными буквами написано имя оригинала «Nicolaus Stenonis». Внизу на раме имеется еще одна надпись: «Nicola Stenone. Anatomico» (Николай Стенон. Анатом). К сожалению, мастер, создавший этот портрет, остался неизвестным. Ученый здесь изображен в стиле барокко, в пышном завитом парике и с застывшей улыбкой на устах. Один из исследователей отмечал гордую посадку головы, королевское величие чела, силу и уверенность в чертах лица. В позе и облике оригинала, по его мнению, отразился наполовину воинствующий, наполовину клерикальный характер Стенона. Другой исследователь описывает этот же портрет следующим образом: «В остром взгляде ученого сконцентрирован, как в зажигательной линзе, дух великого анатома. Это взгляд творца, который на основании близкого уверенно судит о далеком. Это пламенный взор первооткрывателя,

²⁸ G. Scherz. Ein neues Niels—Stensen—Bild. Pergamon Press. Oxford—New York. 1968.



Н. Стенон — королевский анатом.
Портрет неизвестного художника. Музей истории медицины
в Копенгагене.



Н. Стенон
в последние годы жизни.
Портрет неизвестного художника.
Дом католической церкви
в Шверине.



Памятник Н. Стенону
в Копенгагене.

в чьих лучистых глазах мы видим не испепеляющий огонь, а сияющий свет интеллигентности. Этот взгляд видит то, что для других остается невидимым».²⁹

Быть может, вышеприведенные оценки портрета Стенона покажутся нам слишком восторженными и выспренними. И все же, хотя бы отчасти, мы не можем не присоединиться к ним. Действительно, первый портрет Стенона изображает ученого в полном расцвете его таланта и успехов. Он гордится своими уже сделанными открытиями и уверен в дальнейшем успешном продвижении запланированных научных изысканий. Многое в природе им уже понято и разгадано, но еще больше предстоит открыть и разведать. Жизнеутверждающее и жизнерадостное выражение лица говорит о том, что в эпоху создания портрета Стенон и не помышлял об окончательном отказе от науки и жизни.

Второй портрет ученого находится в Музее истории медицины в Копенгагене и носит название «портрета королевского анатома» (см. вкл.). Автор его тоже не известен. По-видимому, он правдиво передал облик Стенона во время его пребывания в Дании в 1672—1674 гг. На этом изображении Стенон выглядит значительно старше, чем на своем первом портрете. Мучительные раздумья, колебания и сомнения отразились на его лице. И все же и на втором портрете он еще изображен как ученый, а не священник. В правой руке «королевский анатом» бережно держит большой том какого-то явно научного, а не теологического сочинения (в противном случае мы обнаружили бы на переплете книги изображение креста и соответственные надписи).

Третий портрет сохранился в доме католической церкви в Шверине, т. е. в том самом городе, где Стенон скончался (см. вкл.). По мнению исследователей, это изображение было сделано вскоре после кончины ученого. Неизвестный художник не обладал большим мастерством. Особенно старательно выписал он одежду и атрибуты епископа: лиловое одеяние с красными прошивками, белый воротник и белые манжеты, фиолетовая скуфья, епископский перстень с синим камнем (очевидно, сапфиром), золотой крест на зеленой ленте, — все это выписано очень тщательно и точно. Не забыты даже наушники под ску-

²⁹ Там же, стр. 185.

фьей, напоминающие, по мнению Г. Шерца, о суровом северном климате Шверина и о поздней осенней поре, когда скончался Стенон. Неумело выписанное лицо все же притягивает внимание зрителя и оставляет глубокое впечатление. По мнению одного из исследователей, «в чертах этого лица мы ясно видим следы строгого аскетизма последних лет жизни Стенона. Однако глубокое душевное спокойствие, тихая радость и внутренняя углубленность светятся в насквозь одухотворенном выражении».³⁰

Нам, знающим о последних мучительных годах жизни ученого, трудно уловить следы радости и умиротворенности, о которых пишет зарубежный исследователь. Вглядываясь в этот бесхитротный портрет, мы видим прежде всего глубоко измученного, больного человека, сдавшего все свои жизненные позиции и покорно готовящегося к близкой смерти. Особенно тяжелое впечатление оставляют глаза Стенона, жалобно и безнадежно устремленные на зрителя. Скорбная складка около горестно искривленного рта усиливает это впечатление. Перед нами — убитый, побежденный Стенон, так поразительно не похожий на сияющий, победный облик на первом портрете.

Г. Шерц отмечает интересную деталь, свидетельствующую о достоверности этого позднего изображения, — темно-коричневый цвет волос, переданный художником, в точности соответствует цвету волос Стенона, извлеченных в 1953 г. при вскрытии его могилы.

Существует и еще одно изображение ученого, неоднократно воспроизводившееся в позднейших изданиях. Оно принадлежит кисти художника Х. А. Лорентцена (1749—1828) и, судя по всему, представляет сильно украшенную позднейшую копию с портрета в Шверине. Эта копия находится в Анатомическом институте в Копенгагене. Наконец, совсем недавно было обнаружено еще одно изображение великого натуралиста, очевидно хранившееся долгое время в одном из католических монастырей. Оно составляло часть триптиха, в центре которого был представлен Христос в роли врача-исцелителя, а по двум сторонам его на двух створках находились Н. Стенон и известный анатом эпохи Возрождения

³⁰ Там же, стр. 186.

А. Везалий (1514—1564). По мнению Г. Шерца, Стенон здесь скопирован с юношеского портрета в Уффици. Его лицо окружено венком из цветов. Техника изображения последних говорит о том, что автор иконы принадлежит к голландской живописной школе. Иконописный лик Стенона, выполненный после его смерти по церковному заказу, не представляет для нас интереса и поэтому не включен в число портретов, воспроизведенных в этой книге.

Наконец, упомянем о двух скульптурных памятниках ученому. Памятник в Шверине изображает Стенона-епископа со старческим изможденным лицом, носящим выражение покорности и смирения. Этот памятник сооружен в 1963 г. Автором его является скульптор Брюкнер-Фультрот.

Совсем иным характером отличается памятник, установленный в Копенгагене в том же 1963 г. (см. вкл.). Скульптор Готфрид Эйкхоф показывает нам молодого Стенона, полного юношеской решимости и задора. В широкополой шляпе и коротком плаще, с вызывающим воинственным видом он стоит перед столом, готовясь к анатомированию трупа. Это именно тот Стенон, который нам дорог и который живет в нашей памяти и в истории науки. Именно этому Стенону, замечательному анатому, основателю геологии, кристаллографии, палеонтологии, одному из самых выдающихся натуралистов, посвящены следующие главы нашей книги.

КРИСТАЛЛОГРАФО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОТКРЫТИЯ

В этой главе мы остановимся на кристаллографических открытиях Н. Стенона, заслуживших ему почетную славу основоположника науки о кристаллах.

Не случайно ведь на первых же страницах любого учебника кристаллографии обязательно встречается имя Стенона — в связи с упоминанием закона, носящего его имя. Практическое значение закона постоянства углов на кристаллах, позволяющего определять вещество кристаллического многогранника по угловым величинам, хорошо известно каждому студенту, прошедшему элементарный курс науки о кристаллах. Не менее замечательны также обобщения Стенона, касающиеся образования и роста окристаллизованных минералов и кристаллических веществ вообще.

Для того чтобы оценить по достоинству и понять эти достижения, необходимо предпослать краткий обзор того, что было известно о кристаллах ученым предшественникам Стенона. Прежде всего напомним, что само слово «кристалл» произошло от греческого «кристаллос», означавшего сперва «лед», а затем перенесенного и на горный хрусталь, долгое время почитавшийся за «окаменевший лед». Значительно позднее «кристаллом» стали называть любое твердое тело, образующееся в природных или лабораторных условиях в виде многогранника с плоскими гранями и прямыми ребрами (такое определение кристалла, так же как и название науки «кристаллография», появилось лишь в XVIII столетии в книгах швейцарца М. Н. Капеллера и француза Ж. Б. Ромэ-Делиля).

Итак, с самого начала представление о кристаллах ассоциировалось с кварцем, которому впоследствии уделит так много внимания и Стенон.

Появление первых сведений о различных кристаллах минералов связано с зарождением горного дела и минералогии. С незапамятных времен горнякам-практикам были известны «угловые фигуры» кварца, полевого шпата, слюды, пирита, граната и др. К сожалению, в связи с тем что горные работы велись преимущественно рабами, эти сведения не вошли в старинные научно-философские трактаты и не дошли до нас. Они передавались изустно от поколения к поколению горняков. Однако геометрическая правильность природных кристаллических многогранников все же не ускользнула от внимания древнегреческих ученых. Характерна следующая фраза из книги «О камнях» Теофраста (372—287 гг. до н. э.): «Возле Милета встречается также (красный) камень, не горящий в огне и покрытый плоскими гранями, которые иногда образуют шестиугольник (гексагон)... В некоторых отношениях сходной особенностью обладает также адамант».¹

По мнению историков минералогии и кристаллографии — К. Милейтнера и Г. Терча — камень соответствует рубину или красной железистой разновидности кварца. Далее предполагалось, что «адамант» Теофраста является попросту кварцем. Вместе с тем напрашивается и другое толкование. Ведь октаэдр также является «шестиугольником» (вернее, «шестивершинником»), только не плоскостным, а пространственным. Следовательно, «красный камень» Теофраста можно отнести и к шпинели, а «адамант» тогда окажется алмазом.² Сейчас нас интересует не этот спорный вопрос. Важно отметить, что Теофраст уловил плоскогранность кристалла, охарактеризовав последнюю числом «шесть».

В начале нашей эры Плиний старший (23—79 гг. н. э.) упоминал в своей «Естественной истории» «четыреуголь-

¹ Н. Tertsch. Das geheimnis der Kristallwelt. Wien, 1947, S. 34.

² За пять веков до нашей эры алмаз был безусловно известен грекам. К этой эпохе относится греческая бронзовая статуэтка с двумя неотшлифованными алмазами вместо глаз, хранящаяся в Британском музее (В. С. Трофимов. История алмаза. Природа, 1941, № 5).

ные» кристаллы золота и алмаза, «шестиугольные» образования кварца и т. д. Он догадывался о природном происхождении кристаллов и писал о том, что горный хрусталь «родится в горах», хотя и связывал ошибочно этот процесс с затвердеванием льда. В некоторых случаях Плиний, по-видимому, сомневался в природном происхождении кристаллических форм. Так, например, в тексте о берилле он осторожно оговаривается: «некоторые думают, что они [кристаллы] уже рождаются угловатыми».³ Однако в описании горного хрусталя уже достаточно уверенно говорится о природном происхождении его геометрически правильной формы с плоскими гранями, хотя первопричина этого явления и остается неразгаданной: «Почему он рождается шестисторонним, тому трудно найти причину, тем более что концы его неодинаковый вид имеют и что гладкость боков его столь совершенна, что того никаким искусством произвести невозможно».⁴ Нижеследующая цитата, относящаяся к неизвестному нам камню «пангоний», свидетельствует о том, что Плиний сознавал возможность определения вещества минерала по его форме: «Драгоценный камень не длиннее пальца и имеет много углов, дабы не почитался за хрусталь».⁵ Еще точнее это же положение (даже с учетом неравенства углов) формулируется в описании «радужного камня» (?): «Известно, что он имеет шестиугольный вид подобно кристаллу (горному хрусталу, — *И. Ш.*). Но называют, что у некоторых бывают шероховатые бока и неравные углы».⁶ Как видим, Плиний не только обращал внимание на разницу кристаллической формы у различных минералов и пользовался ею для характеристики последних. Он, хотя еще и в весьма смутной форме, наметил два основных закона геометрической кристаллографии: закон плоскогранности и закон постоянства углов. Тем самым он является одним из самых ранних предшественников Стенона.

Наряду с поразительными примерами острой наблюдательности и вдумчивых обобщений мы находим у Плиния и множество совершенно фантастических измышле-

³ Плиний. Каия Плиния Секунда. Естественная история ископаемых тел. Перевод В. М. Севергина. СПб., 1819, стр. 69.

⁴ Там же, стр. 116—117.

⁵ Там же.

⁶ Там же.

ний. Так, например, темно-красные кристаллы киновари, по его мнению, образовались из застывшей крови слонов и драконов, погибших в смертоносной схватке. «Несокрушимую твердость алмаза», по рецепту Плиния, можно будто бы смягчить с помощью «горячей козлиной крови», и т. п. Вера в чудесное мешала римскому энциклопедисту отделить истинное от сказочного.

Через огромный промежуток времени минералогия находит свое дальнейшее развитие в трудах среднеазиатских ученых — таджика Ибн-Сина (ок. 980—1037) и узбека Ал-Бируни (973—1048). Книга последнего «Собрание сведений для познания драгоценностей (минералогия)» недавно вышла в русском переводе с прекрасным минералогическим комментарием Г. Г. Леммлейна.⁷ Описывая драгоценные камни, Ал-Бируни изредка обращает внимание и на их природную геометрию. Кристаллы алмаза он описывает следующим образом: «Его природные формы, до обработки, представляют собой конусы, многогранники, в которых треугольники соединены основаниями».⁸ Некоторые алмазы «называются „ячменными“ из-за острых концов и утолщенной середины».⁹ Кристаллы горного хрусталя приводят в восхищение старинного ученого: «Удивительно, какие встречаются у хрусталя естественные формы! — восклицает он. — Они напоминают пешки нарда и шахмат, восьмигранные и шестигранные, точно выточенные искусственно».¹⁰ Несмотря на беглость и малую точность описания, мы все же легко узнаем в приведенных цитатах то октаэдры и округлые ромбододекаэдры алмаза, то призматические кристаллы кварца или, быть может, берилла («восьмигранные пешки»). Как видим, хорезмийский ученый охотно сравнивал кристаллы с общеизвестными предметами (ячменными зернами, шахматами), помогая, таким образом, читателю ясно представить себе описываемую фигуру. На этом заканчивается предыстория кристаллографии, тесно связанной с минералогией.

⁷ Абу-Райхман Мухаммед Ибн-Ахмед Ал-Бируни. Собрание сведений для познания драгоценностей (минералогия). Перев. А. М. Беленицкого. (Сер. «Классики науки»). М.—Л., Изд-во АН СССР, 1963.

⁸ Там же, стр. 305.

⁹ Там же.

¹⁰ Там же.

В XVI в. начинает развиваться «горная наука» в Европе. Начало ей положил выдающийся саксонский металлург, минералог и врач Г. Агрикола (1494—1555). Агрикола впервые использовал кристаллические формы в качестве вспомогательных признаков, позволяющих горнякам определять минералы. Он классифицировал их по внешнему виду, различая плоские, круглые, угловатые и другие формы. Среди «угловатых тел», т. е. кристаллов, Агрикола выделял треугольные, четырехугольные, шестиугольные и прочие «многоугольные» фигуры. Такие словесные характеристики уже содержали слабые намеки на геометрическую классификацию кристаллических форм, хотя Агрикола и ограничивался их сравнением с плоскими многоугольниками, а не пространственными многогранниками. Важно подчеркнуть подсобную практическую роль этой классификации, созданной специально для горняков. По сути дела Агрикола поступал так же, как поступают и сейчас, встречаясь впервые с кристаллом в поле или лаборатории. Прежде всего бросается в глаза его внешний облик, который мы и стараемся обобщенно охарактеризовать. Так же, как и у Агриколы, наши первые характеристики всегда содержат указание на видимую геометрию кристаллического тела.

Триста шестьдесят лет тому назад увидело свет стоящее совсем особняком небольшое сочинение гениального математика и астронома Иоганна Кеплера (1571—1630) «Новогодний подарок или трактат о шестиугольном снеге» (1611 г.). В отличие от Агриколы, автор трактата не был связан с минералогией и практикой горного дела. Его сочинение знаменует зарождение структурно-математической кристаллографии, столь широко развившейся впоследствии.

Кеплер впервые попытался выявить взаимосвязь между внешней формой и внутренним строением (структурой) кристаллических конфигураций. Исходя из шестиугольной формы снежинок, ученый высказал смелую гипотезу, согласно которой очертания снежных звездочек обусловлены шарообразной формой мельчайших частиц и законами пространственного расположения последних. Впервые на его рисунках встречаем мы узор, так хорошо знакомый нам по современным учебникам кристаллографии, — шестерки шариков, плотнейшим образом окружающих центральные исходные шарики. Мало того, Кеплер

все в том же маленьком трактате, написанном в полушутливой форме, открывает законы плотнейших и разреженных шаровых укладок, лежащих в основе современной структурной кристаллографии. Далее, путем всестороннего сдавливания шаровых укладок, он получает многогранники, нацело выполняющие пространство при условии равенства, параллельной ориентировки и смежности по целым граням. Как известно, полный вывод таких полиэдров (параллелоэдров) был осуществлен Е. С. Федоровым в 1885 г. Следовательно, Кеплер является прямым идейным предшественником не только Р. Гука и М. В. Ломоносова, писавших о шарообразных корпускулах в кристаллах, но и самого Е. С. Федорова, а также и современных теоретиков-кристаллографов. Тот же Кеплер, отметивший правильность шестиугольных снежных звездочек, должен быть назван непосредственным предшественником Стенона в деле открытия закона постоянства углов на кристаллах. Как мы уже знаем, будучи студентом, Стенон тщательно изучал кеплеровский трактат. На страницах «Хаос-манускрипта» он конспектировал это сочинение и зарисовал несколько характерных форм снежных звездочек. Пример Кеплера показывает, как гениальный ум из одного лишь малоприметного факта (шестиугольности снежинок) логически выводит глубочайшие законы внутреннего строения вещества.

Вместе с тем недостаток фактических данных и точных наблюдений привел того же Кеплера и к заведомо ложным умозаключениям. Плененный идеей «всеобщей гармонии мира», он писал «об образующей силе, которая находится во внутренностях земли и подобно рождающей жене производит пять правильных геометрических тел в формах драгоценных камней».¹¹ Здесь речь идет о пяти правильных выпуклых многогранниках древнегреческого философа Платона (427—347 гг. до н. э.), грани которых являются правильными многоугольниками. К «телам Платона» принадлежат: тетраэдр, куб, октаэдр, додекаэдр, икосаэдр. Две последние фигуры, обладающие пятерными осями симметрии, в кристаллографии невозможны (несмотря на это, они долго фигурировали в минералого-кристаллографической литературе: еще в начале прошлого

¹¹ Цит. по: В. Уэвелль. История индуктивных наук, т. III. Русский перевод М. А. Антоновича. СПб., 1869, стр. 264.

столетия последователи А. Г. Вернера отождествляли пентагон-додекаэдры пирита с платоновским додекаэдром, а пиритовая же комбинация пентагон-додекаэдра с октаэдром рассматривалась ими как икосаэдр).

В отличие от Кеплера, стоящего несколько в стороне от минералогической кристаллографии, Стенон может служить примером блестящего естествоиспытателя, пылливо вглядывавшегося в природные кристаллы, с тем чтобы проникнуть в сущность их образования.

С именем Стенона мы прежде всего связываем открытие основного закона геометрической кристаллографии — закона постоянства углов на кристаллах (углы между соответственными гранями и ребрами во всех кристаллах одного и того же вещества постоянны). Как известно, основное направление развития кристаллографии в прошлом, вплоть до начала нынешнего столетия, чуть ли не всецело базировалось на этом законе. Здесь уместно напомнить характерное высказывание А. В. и О. М. Шубниковых, подчеркивающее ту же мысль: «Наблюдая бесконечное разнообразие форм кристаллов кварца, Стенон нашел одно общее им свойство — сохранять величины гранных углов. Хотя в этом открытии отнюдь не содержится утверждения, что внешняя форма кристаллов не подчиняется каким-либо другим законам, все дальнейшее развитие научной кристаллографии пошло по пути полного игнорирования возможности таких законов».¹²

В связи с этим вышеназванные авторы отмечают необходимость развивать иные направления в науке о кристаллических формах: «Дальнейшее движение идет под флагом установленного опытом положения, что форма кристалла есть функция не только его строения, но и свойств среды, из которой он растет».¹³

Переходя непосредственно к трактату Стенона, мы прежде всего должны заметить, что сам автор отвел весьма скромное место открытому им закону. Он кратко упоминает о нем лишь в самом конце своего сочинения, при объяснении рисунков. Внимательное чтение трактата показывает, что закон постоянства углов рассматривался ученым как следствие открытых им общих закономер-

¹² А. В. и О. М. Шубниковы. Статистический метод в применении к изучению внешней формы кристалла. Изв. АН СССР, 1926, т. 20, № 5—6, стр. 364.

¹³ Там же.

ностей образования кристаллов в природе. Эти открытия настолько значительны и так актуально звучат и в наше время, что нельзя не остановиться на них подробнее.

Все они касаются кристаллов минералов и тем самым относятся в первую очередь к минералогической кристаллографии, а также онтогении минералов — разделу генетической минералогии, изучающему зарождение, рост и изменение минеральных индивидов и их агрегатов.¹⁴ Вместе с тем по широте и глубине обобщений они выходят за рамки собственно минералогической кристаллографии, являясь основой для всей науки о кристаллах. Возвращаясь к высказываниям А. В. и О. М. Шубниковых, мы должны подчеркнуть, что сам Стенон был совершенно неповинен в несколько одностороннем дальнейшем развитии кристаллографии. Как будет показано ниже, он должен быть признан не только родоначальником классической кристаллографии, но и несомненно предшественником творцов новой кристаллографии — Д. В. Гиббса, П. Кюри, Е. С. Федорова, Г. В. Вульфа. Мало того, именно Стенон первым обратил внимание не только на геометрию кристалла, но и на влияние кристаллообразующей среды, т. е. как раз на то направление, о котором писали А. В. и О. М. Шубниковы. При этом он категорически отмежевывался от каких бы то ни было гипотетических измышлений, всецело основываясь на своих наблюдениях.

Для того чтобы убедиться в сказанном, перейдем к последовательному обзору кристаллографической части стеноновского трактата «О твердом, естественно содержащемся в твердом».

Напомним еще раз, что это сочинение не является развернутой монографией, а представляет нечто вроде современного автореферата диссертации: ученый дает в нем в виде кратких выводов найденные основные положения. Поэтому пересказ стеноновского текста представляет существенные затруднения. Чуть ли не каждая его фраза имеет свое особое значение. Мало того, некоторые положения, еще совсем недавно не обращавшие на себя внимания, по-новому зазвучали в наши дни в связи

¹⁴ Д. П. Григорьев. Онтогения минералов. Изд-во Львовск. ун-та, 1961, стр. 2.

с обострением интереса к деталям кристалломорфологии и особенностям кристаллогенезиса.

Само название диссертации дает ясное понятие о разрабатывавшейся Стеноном теме. Речь идет о природных твердых телах — кристаллах, раковинах моллюсков, ископаемых растениях, земных слоях и др., встречающихся заключенными внутри твердых же горных пород. Уже во введении ученый формулирует замечательное обобщение, положенное в основу всего его труда: «При данном теле определенной формы, созданном согласно законам Природы, в самом этом теле находим доказательство, раскрывающие место и способ его создания».¹⁵

Прочтя это положение, современный читатель сразу же вспомнит универсальный принцип симметрии П. Кюри, согласно которому симметрия порождающей среды как бы накладывается на симметрию тела, формирующегося в данной среде. Вспомнит он и не менее известное высказывание А. Е. Ферсмана и В. Гольдшмидта в монографии «Алмаз»: «Кристалл неизбежно несет на себе следы предыдущих моментов своего существования, и по его форме, по скульптуре его граней, мелочам и деталям его поверхности мы можем читать его прошлое».¹⁶

Заметим, однако, что формулировка Стенона, относящаяся не только к кристаллам («угловатым телам»), а вообще к любым твердым природным образованиям, носит такой же обобщающий характер, как и принцип Кюри.

Несмотря на свою 300-летнюю давность, это обобщение, далеко опередившее свое время, может занять почетное место во главе современного курса кристалломорфологии или онтогении минералов.

Далее ученый останавливается на затруднениях, связанных с разработкой избранной им темы. Он пишет о необходимости «исследовать одинаково и природу местности, где найдено тело и где оно зародилось». Вместе с тем «место зарождения не легко определить, если неиз-

¹⁵ Цитаты из Стенона даны в переводе Г. А. Стратановского по книге: Н. Стенон. О твердом, естественно содержащемся в твердом. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1957, стр. 12 (в дальнейшем: Н. Стенон. 1957).

¹⁶ А. Е. Ферсман. Кристаллография алмаза. Л., Изд-во АН СССР, 1955, стр. 15.

вестен способ зарождения». Установление же последнего требует «точного знания о природе вещества».¹⁷

В результате Стенон приходит к выводу о необходимости «все силы обратить на исследование физических проблем».¹⁸

Большое значение ученый придает трем тезисам, помогающим, по его мнению, решать вопрос о происхождении твердых природных образований. Текст первого тезиса таков: «Если твердое тело со всех сторон окружено другим твердым телом, то из этих двух тел первым затвердело то, которое при взаимном соприкосновении дает отпечаток особенности своей поверхности на поверхности другого».¹⁹

Отсюда Стенон приходит к выводу, что ограненные кристаллы горного хрусталя, гипса, пирита затвердели прежде окружающей их земистой или каменной породы.

Пользуясь конкретными примерами, он уточняет сказанное: «Если кристалл (горный хрусталь, — *И. Ш.*) заключен некоторой своей частью в кристалле, селенит (гипс, — *И. Ш.*) — в селените, марказит (пирит, — *И. Ш.*) — в марказите, то содержащиеся внутри тела уже тогда затвердели, когда часть тел, содержащих их, все еще была жидкой... Сначала создались марказиты (пирит, — *И. Ш.*), затем камни, заключающие марказиты, и, наконец, жилы минералов, наполняющих расселины камней».²⁰

Этот основополагающий тезис в 1783 г., т. е. через сто с лишним лет, был подхвачен и сформулирован в несколько упрощенном виде знаменитым французским кристаллографом Ж. Б. Ромэ-Делилем: «Всякий кристалл, заключенный или как бы вставленный в другой кристалл или какой-либо камень, был сформирован до того, как кристалл или камень, в котором он находится, перешел в твердое состояние».²¹ Длительное время этот тезис считался неоспоримой истиной. Из него делались выводы о последовательности кристаллизации минералов. В наше время он требует существенных оговорок. Как известно, «метакристаллы» формируются внутри уже твердой по-

¹⁷ Н. Стенон. 1957, стр. 15.

¹⁸ Там же.

¹⁹ Там же, стр. 20.

²⁰ Там же.

²¹ Там же, стр. 139.

роды, т. е. после ее образования (метакристаллы образуются при метасоматозе — процессе замещения одних минералов горных пород другими с изменением химического состава, при этом растворение старых и образование новых минералов происходит почти одновременно, так как порода сохраняет свое твердое состояние).²²

И все же нельзя не отметить, что в тезисе Стенона, в отличие от слишком категоричной формулировки Ромэ-Делиля, обращается внимание не на общую форму твердого тела, а на отпечаток его поверхности на соседнем твердом теле. В новейшей минералогической кристаллографии такие поверхности соприкосновения твердых тел (индукционные поверхности) являются предметом самого тщательного изучения. Достаточно напомнить важную минерагенетическую роль индукционных поверхностей, образовавшихся при совместном росте кристаллов.²³

Второй тезис Стенона гласит: «Если твердое тело во всех частях подобно другому твердому телу не только в отношении поверхности, но и в отношении внутреннего расположения частей и частиц, то у этого второго тела окажется одинаковым с первым и способ образования и место происхождения».²⁴

Данный тезис в применении к кристаллам минералов заставляет сразу же вспомнить о типоморфизме природных кристаллических форм. Определенные типы месторождений в общем характеризуются статистически определенным развитием форм. Это обобщенное правило требует, однако, ряда оговорок. На огранение кристалла, помимо физико-химических свойств среды, влияют и его ориентировка, и особенности подтока питающего вещества, и наличие соседних кристаллов, и т. д.

По-видимому, Стенон пытался учесть эти детали. Комментируя второй тезис, он пишет: «Под словом „место“

²² Геологический словарь, т. II. М., Госгеолтехиздат, 1955, стр. 33.

²³ А. Е. Ферсман. Элементы разграничения двух одновременно кристаллизующихся тел. ДАН СССР, 1922, сер. А.; Д. П. Григорьев и И. И. Шафрановский. О поверхностях соприкосновения кристаллических индивидов. Зап. Всес. минер. об-ва, 1948, ч. 77, вып. 3.

²⁴ Н. Стенон. 1957, стр. 20.

я понимаю вещество, которое своей поверхностью непосредственно касается поверхности тела...». ²⁵

Очень важно отметить, что в разбираемом тезисе требуется подобие «внутреннего расположения частей и частиц». О строении твердых тел из «неощутимых частиц» упоминается уже во введении. Стенон признает реальность таких частиц. Он пишет о том, что «природное тело есть соединение неощутимых частиц, доступных воздействиям, исходящим от магнита, огня, иногда света, где бы только ни находились открытые поры (т. е. между частицами, или в самих частицах, или тут и там)». ²⁶

Им отмечается коренное отличие жидких тел от твердых, связанное с различным поведением таких частиц: «В жидкости неощутимые частицы находятся в непрерывном движении и взаимно отталкиваются друг от друга. В твердом же веществе хотя неощутимые частицы иногда подвижны, но вряд ли, однако, когда-либо они взаимно отталкиваются, пока это вещество остается твердым и целым». ²⁷

Признавая реальность мельчайших частиц (современных «атомов» или «молекул»), Стенон вместе с тем отказывался рассуждать о них, ссылаясь на их «неощутимость» и неподвластность наблюдениям. Возвращаясь ко второму тезису, вспомним, что в нем упоминаются, помимо мельчайших «частиц», также и «внутренние части». Внутреннее сложение кристаллов из отдельных частей (слоев), как увидим дальше, не ускользнуло от пытливого взгляда Стенона и нашло свое отражение в описании «кристалла» (горного хрусталя).

Объясняя сущность второго тезиса, Стенон в качестве примера приводит кристаллы горного хрусталя и селитры: «Горные хрустали в отношении способа и места происхождения сходны с кристаллами селитры, хотя поэтому вовсе не обязательно, чтобы та жидкость, в которой они зародились, была бы водой». ²⁸ Очевидно, ученый отмечает здесь, что его тезис требует осторожности в отношении выводов о природе кристаллообразующего раствора. И действительно, внешнее сходство кристаллов кварца и селитры наталкивало позднейших ученых на ошибочные

²⁵ Там же, стр. 21.

²⁶ Там же, стр. 16.

²⁷ Там же.

²⁸ Там же, стр. 21.

выводы. Напомним о курьезной систематике минералов К. Линнея, в которой кварц, берилл и корунд отнесены к роду калиевой селитры (1748 г.).²⁹

В следующем, третьем тезисе Стенон говорит: «В тех случаях, когда твердое тело образовалось в соответствии с законами природы, оно произошло из жидкости».³⁰

Сейчас этот тезис требует существенных поправок: твердые кристаллические тела образуются не только из жидкости (расплава, раствора), но и из газообразного — или парообразного — вещества (возгонка) и из твердых же веществ (перекристаллизация). В то же время нельзя не напомнить о первостепенном значении процессов кристаллизации, связанных с переходом вещества из жидкого состояния в твердое. Нам теперь известно, что все описанные Стеноном кристаллы (кварц, гематит, алмаз, пирит) либо образовались из растворов и расплавов, либо возникли в результате метасоматоза, также связанного с действием растворов. С этими оговорками и следует рассматривать третий тезис.

Развивая его содержание, Стенон отмечает, что при изучении образования твердого тела «следует рассмотреть как основные его элементы, так и процесс роста»; далее, однако, он снова напоминает, что для него «основные элементы большинства тел не только неясны, но даже и совершенно неведомы».³¹ В отношении же процессов

²⁹ Калиевая селитра образует кристаллы, по внешнему виду и углам между гранями близкие к кварцу, хотя оба этих вещества принадлежат к различным кристаллографическим системам: калиевая селитра — к ромбической, кварц — к тригональной. Приводим список угловых величин (сферических координат) для соответственных граней этих двух веществ, иллюстрирующих указанное сходство:

Кварц			Калиевая селитра		
Символ грани	φ	ρ	Символ грани	φ	ρ
$\bar{1}\bar{1}01$	60°	51°47'	111	59°25'	54°01'
10 $\bar{1}$ 1	0	51 47	021	0	54 30
$\bar{1}\bar{1}00$	60	90	110	59 25	90
10 $\bar{1}$ 0	0	90	010	0	90

³⁰ Н. Стенон. 1957, стр. 22.

³¹ Там же.

роста ученый на основании своих наблюдений пришел к следующим выводам: «Тело растет до тех пор, пока к его частицам присоединяются новые частицы, отделившиеся от внешней жидкости». ³² Иногда такие частицы оседают вниз (процессы осаждения), в других случаях они присоединяются со всех сторон к твердому телу (образование корок); наконец, они могут нарастать лишь на определенных участках твердой поверхности. Последний случай относится к «угловатым формам», т. е. кристаллическим многогранникам. Помимо «внешней жидкости», представляющей среду, в которой растет твердое тело, Стенон принимает также существование «внутренней жидкости», связанной с частицами, слагающими данное тело. Как увидим далее, «внутренняя жидкость кристаллов» соответствует в современном понимании физико-химическим силам связи, объединяющим структурные единицы в кристаллическую постройку.

Мы познакомились с тремя основными тезисами, положенными Стеноном в основу его трактата и относящимися ко всем природным твердым телам вообще. Как мы видим, однако, комментируя свои тезисы, ученый неоднократно использовал в качестве примеров кристаллические тела, сформулировав ряд важнейших положений, относящихся непосредственно к кристаллографии.

Переходя к описанию кристаллов конкретных минералов, Стенон связывает их образование с геологическими явлениями: «Большинство минералов, добываемых людьми, не существовало от начала мира... Изменение положения слоев послужило причиной образования всякого рода разноцветных камней и открыло вместилище для весьма многих минералов». ³³ По-видимому, одним из первых ученых отметил он значение парагенезиса минералов: «Путем исследования окружающих камней можно раскрыть много таких фактов, которые напрасно пытались обнаружить на основании исследования самих минералов». ³⁴

Переходя к описанию изученных кристаллов минералов, Стенон на первое место ставит горный хрусталь («кристалл»), особенно тщательно им изученный.

С самого начала он отказывается от каких-либо гипотез об образовании кристаллов кварца и отвергает домы-

³² Там же.

³³ Там же, стр. 35.

³⁴ Там же.

слы других авторов: «В нем ведь нет излучений и фигура частиц непохожа на фигуру целого кристалла», — пишет он, имея в виду, по всей вероятности, знаменитого А. Кирхера, связывавшего геометрическую форму благородных камней с действием особой лучеиспускающей силы.

Описание горного хрусталя Стенон начинает с понятий о форме кварцевых кристаллов: «Кристалл горного хрусталя слагается из двух гексагональных (шестиугольных) пирамид и находящихся между ними также гексагонального столбика». ³⁵ Грани «пирамид» ученый называет «конечными», а грани «столбика» — «промежуточными плоскостями». Здесь мы встречаемся с одной из самых первых попыток расчленить комбинацию кристаллических граней на грани отдельных простых форм. В самом деле, в «гексагональной пирамиде» Стенона легко узнается совокупность двух главных ромбоэдров кварца $R\{10\bar{1}1\}$ и $Z\{01\bar{1}1\}$, а «гексагональный столбик» соответствует гексагональной призме $m\{10\bar{1}0\}$ (рис. 4). Таким образом, приведенные выше определения являются первыми зачатками учения о простых кристаллографических формах, лежащих в основе всей современной кристаллографии.

Стоит отметить, что — так же, как и мы сейчас, — старинный автор вначале идеализирует формы кварца, объединяя их плоскости в «пирамиды» и «столбик» и тем самым уравнивая между собой грани одного сорта. Как увидим дальше, он хорошо знал о неравномерном развитии таких граней на реальных кристаллах, однако, формулируя общие понятия, сознательно игнорировал это обстоятельство. Совершенно такой же путь от идеализированных многогранников в виде усредненных угловых сводок, моделей и проекций к реальному кристаллу, со всеми его отклонениями от идеальной схемы, совершаем и мы в наших современных кристалломорфологических исследованиях.

Особое внимание обращает Стенон на «ось кристалла», которая «слагается из осей пирамид и осей столбика». Хорошо известна роль этого направления в кварце, совпадающего с его главной осью — тройной осью симметрии

³⁵ Там же, стр. 36.

L_3 (3). Снова мы видим здесь многообещающий зародыш будущих понятий об осях симметрии и координатных осях.

Как и следовало ожидать, открыватель закона постоянства углов включает в свое описание телесные углы кристаллов горного хрусталя — «конечные твердые углы» слагают вершины «пирамид», «промежуточные твердые углы» находятся на стыках ромбоэдрических (пирамидальных) и призматических граней.

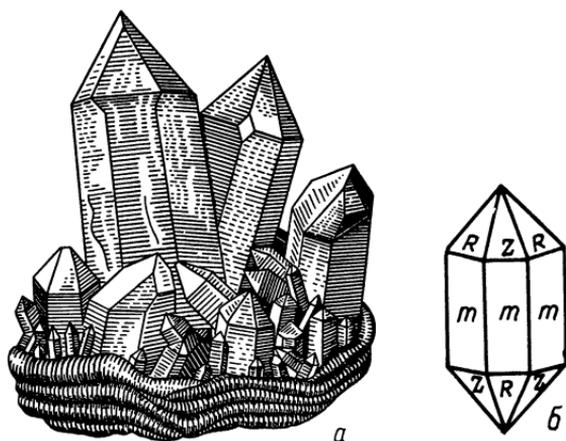


Рис. 4. Кристаллы кварца.

a — друза кристаллов; b — главные формы:
 R — $10\bar{1}1$, Z — $01\bar{1}1$, m — $10\bar{1}0$.

После описания общей геометрии кристаллов Стенон переходит к вопросу о месте их роста. Чуждаясь каких бы то ни было умозрительных гипотез, он воздерживается судить о месте «первообразования» горного хрусталя: «Однако место, где растет уже образовавшийся кристалл, является твердым с той стороны, где кристалл на нем основывается. Это — или камень, или другой, уже ранее образовавшийся кристалл. Остальная часть места образования кристалла — жидкая...».³⁶ Здесь речь идет о кристаллах, выросших на дне или стенках хрусталоносных полостей и прикрепленных одним концом к твердой породе. За исключением прикрепленного конца, остальная поверхность кристалла при его росте омывалась ра-

³⁶ Там же, стр. 37.

створом. Приведенная выше фраза Стенона, как видим, вполне согласуется с выводами современной генетической минералогии и минералогической кристаллографии.

Из дальнейшего текста видно, что Стенон хорошо знал «о воде, заключенной в кристаллах», о кристаллах, «содержащих только воздух», а также об образцах, где «вместе с воздухом содержится также и вода». Здесь идет речь о жидких и газообразных включениях, служащих в наши дни объектами тщательнейших исследований с целью выявления природы минералообразующего раствора. Ясно, что во времена Стенона судить о составе жидкости и газа, заполняющего мельчайшие пустоты в кристаллах, можно было лишь умозрительно.

Верный себе, ученый отказывается от таких суждений и осторожно пишет: «Не смею также решить вопрос, является ли жидкость водой».³⁷ Нельзя не воздать должного изумительной наблюдательности Стенона, обратившего внимание на мельчайшие включения в кристаллах и понимавшего их значение для выяснения генезиса минерала.

Далее следует четыре исключительно важных тезиса, посвященных сущности и деталям роста кристаллов горного хрусталя.

Первый из них дает основу для понимания процесса роста кристалла из раствора: «Кристалл растет до тех пор, пока новое кристаллическое вещество присоединяется к внешним плоскостям уже первично образовавшегося кристалла».³⁸ В приведенной формулировке высказана сущность современного понимания роста кристаллов за счет новых слоев вещества, откладывающихся на кристаллических гранях. Это общепринятое сейчас положение во времена Стенона являлось открытием, шедшим вразрез с существовавшими до него взглядами. О последних и пишет Стенон в следующей фразе: «Поэтому мало вероятно мнение ученых о том, что кристаллы растут, как растения, и привлекают к себе питательное вещество в той части, где они примыкают к материнской породе».³⁹ Открытое Стеноном послойное нарастание кристаллов горного хрусталя зафиксировано им на рисунках, изображающих кристаллы с зональным строением.

³⁷ Там же.

³⁸ Там же, стр. 38.

³⁹ Там же.

Как следствие из этого открытия устанавливалась неизменность углов для отдельного растущего кристалла. Путем сравнения данная закономерность была распространена на все кристаллы кварца. Но об этом открытии Стенон пишет не в основном тексте о горном хрустале, а в комментариях к рисункам, находящимся в конце трактата.

Второй тезис гласит: «Это новое вещество кристалла присоединяется не ко всем плоскостям, но по большей части, например, только к одним плоскостям вершины или к конечным плоскостям».⁴⁰ Как видим, Стенон уточняет здесь содержание первого тезиса, утверждая, что слои нового вещества откладываются преимущественно на ромбоэдрических («пирамидальных») гранях. При этом призматические грани не имеют своих самостоятельных слоев, а «составляются из оснований конечных плоскостей» (т. е. образуются в результате суммирования незавершенных ромбоэдрических нарастаний). Подтверждение этого обстоятельства Стенон видит и в том, что «промежуточные плоскости всегда снабжены штрихами» (здесь речь идет об известной горизонтальной штриховке на призматических гранях кварца, идущей параллельно двойным осям симметрии). Сказанное наглядно иллюстрируется замечательными зарисовками, изображающими кварц с зональным строением вдоль ромбоэдрических граней (рис. 5). Вся ценность этих старинных зарисовок станет нам ясной, если мы сравним ее с новейшими фотографиями (топограммами), полученными методом дифракционной топографии и наглядно выявляющими особенности внутреннего строения в тонких срезах кварцевых кристаллов (рис. 6).⁴¹

Как видим, современные топограммы и зарисовки Стенона одинаково наглядно демонстрируют тот факт, что рост кристалла кварца происходит преимущественно за счет нарастания слоев по ромбоэдрическим плоскостям, тогда как призма почти не имеет собственных слоев роста. Зоркий глаз натуралиста видел триста лет тому назад те

⁴⁰ Там же.

⁴¹ К. Ф. Кашкуров, В. Т. Ушаковский, Л. Н. Черный, И. В. Кабанович, Г. В. Клещев. Некоторые особенности внутреннего строения и роста кристаллов кварца. Зап. Всес. Минер. об-ва, 1967, ч. 196, вып. 4.

самые детали, которые сейчас обнаруживаются с помощью тончайших рентгенометрических методов.

Следующий (третий) тезис таков: «Кристаллическое вещество не присоединяется одновременно и в одинаковом количестве ко всем конечным плоскостям». Здесь мы видим переход к реальным формам горного хрусталя со всеми их отклонениями от идеализированных моделей. Стенон перечисляет различные случаи искажения кристаллического облика, связанного с неравномерным питанием

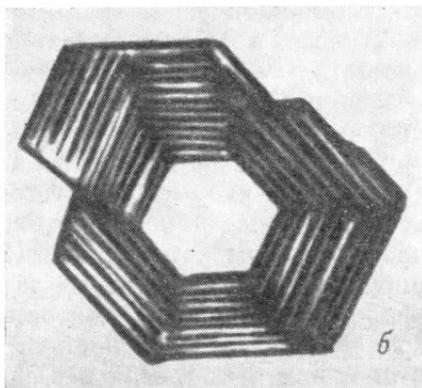
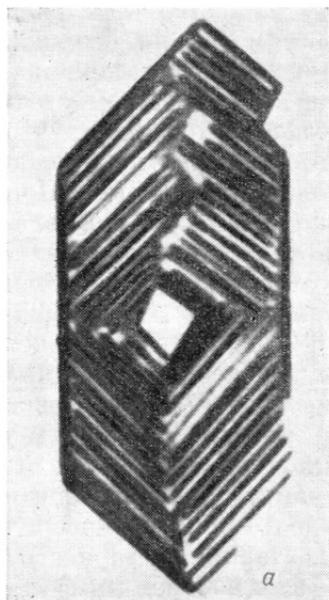


Рис. 5. Рисунки Н. Стенона, изображающие нарастание слоев по «пирамидальным» (ромбоэдрическим) плоскостям кварца (1669 г.). *а* — следы слоев роста в «плоскости оси» (L_2); *б* — то же в «плоскости основания» (пинакоида).

ромбоэдрических граней. Он отмечает отклонения оси кристалла от прямолинейности, неравенство ромбоэдрических, а следовательно — и призматических граней, непостоянство треугольных контуров для граней ромбоэдров и четырехугольных для граней призмы, расчленение телесного угла при вершине на несколько вершинных углов. Все эти наблюдения живо перекликаются с современными кристалломорфологическими данными, касающимися искажения реальных кристаллических тел. Как

известно, эти данные широко и плодотворно используются в современной минералогической кристаллографии при расшифровке генетических деталей.

Четвертый тезис выявляет неравномерность питания различных участков одной и той же грани: «Кристаллическое вещество не покрывает целиком всегда всю плоскость, но иногда остаются свободные места по направлению к сторонам и иногда к середине плоскости». ⁴² В результате получаются многочисленные отклонения от плоскогранности: участки одной и той же грани могут располагаться на раз-

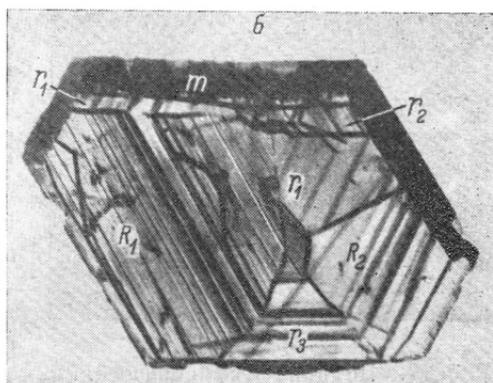
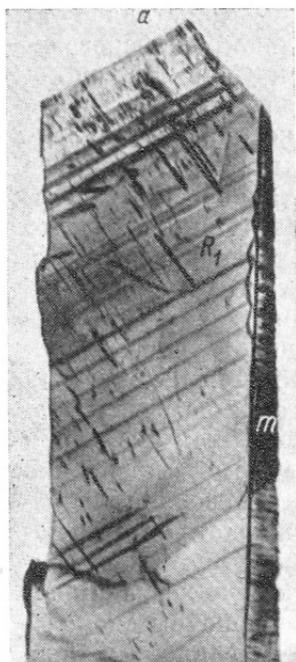


Рис. 6. Топограммы срезов кристаллов кварца.

a — по (1120); *б* — по (0001). По К. Ф. Кашкурову, В. Т. Ушаковскому и др. (1967).

личных уровнях, гранные плоскости иногда становятся выпуклыми или «подобными ступеням лестницы».

Здесь Стенон выступает против принятого со времен Плиния и продержавшегося чуть ли не до XX столетия безоговорочного отождествления кристаллических граней с идеальными геометрическими плоскостями: «Я никогда не видел кристалла, целые поверхности которого сохра-

⁴² Н. Стенон. 1957, стр. 38.

нили бы ту гладкость, которая наблюдается на обломанных сторонах того же кристалла.⁴³ Несмотря на это, естествоиспытатели всячески прославляют гладкость кристалла, высеченного в горах.⁴⁴ Пристально приглядывался ученый к анизотропии

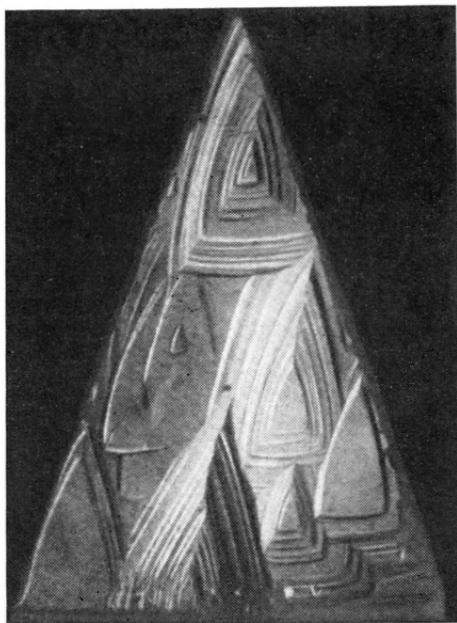


Рис. 7. Вичинальные образования на ромбоэдрических гранях кристаллов кварца. По Г. Г. Лемлейну.

(неравносвойственности) явлений роста и всяческим отклонениям реальных кристаллов от идеальной плоскогранности. Такой подход позволил ему открыть и наглядно описать скульптурные осложнения на кристаллических гранях, т. е. именно то, что привлекает особый интерес современных исследователей: «Можно установить способ присоединения к кристаллу кристаллического вещества, так как при внезапном затвердении на его поверхности обнаруживается много маленьких бугорков, подобных виноградинкам или крошечным капелькам масляной жидкости, обычно плавающим в воде. Иногда кристаллическое вещество также представляет собой

трехсторонние сплюснутые пирамиды».⁴⁵ Легко усмотреть, что в последней фразе говорится о еле заметных

⁴³ Возможно, что к «кристаллам» (горному хрусталу) Стенон присоединял и кристаллы кальцита. Отмеченная им «гладкость обломанных сторон», очевидно, относится к плоскостям спайности, по которым раскалываются кристаллы кальцита. В отличие от последнего, кварц обладает весьма несовершенной спайностью и не дает гладких плоскостей излома.

⁴⁴ Н. Стенон. 1957, стр. 39.

⁴⁵ Там же.

отклонениях от гранных плоскостей, так называемых «вицинальных пирамидках» и «бугорках роста» на ромбоэдрических гранях кварца (рис. 7). Только в 1862 г., т. е. через двести лет после Стенона, итальянский минералог А. Скакки (1810—1893) заново открыл вицинальные образования на кристаллах, назвав это явление «полиэдрией граней».

Углубленное изучение таких образований началось лишь в наше время. Примечательно, что, по мнению со-

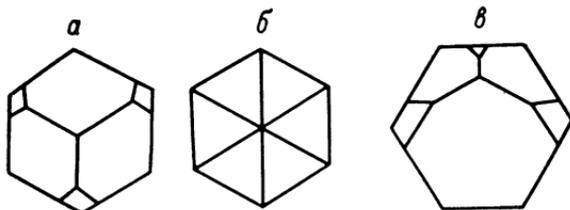


Рис. 8. Головки кристаллов кварца, выросшие с вертикально (*a* и *б*) и наклонно (*в*) ориентированной главной осью (L_3) относительно горизонтальной плоскости.

временных кристаллографов, именно вицинали позволяют выяснять детали механизма «присоединения к кристаллу кристаллического вещества». Как видим, и в этом вопросе взгляды Стенона вполне созвучны с нашими.

В дальнейшем тексте о горном хрустале имеется ряд чрезвычайно интересных и важных высказываний: «По-видимому, соседние верхние плоскости иногда исчезают», — отмечает Стенон. Здесь нельзя не вспомнить замечательные наблюдения известного советского кристаллографа Г. Г. Леммлейна (1901—1962), касающиеся искажения облика кристаллов кварца, обусловленного их положением во время роста.⁴⁶ Как известно, согласно этим наблюдениям, у кристаллов с наклонной по отношению к горизонту главной осью обращенные вверх ромбоэдрические грани развиты значительно слабее нижних, а иногда и вовсе отсутствуют (рис. 8).

⁴⁶ Г. Г. Л е м м л е й н. Искажение облика кристаллов кварца, обусловленное их положением во время роста. ДАН СССР, 1941, т. 33, № 6.

Приведем еще одно заключение Стенона: «Камни разнообразной породы, выделяющие различную жидкость, образуют разноцветные кристаллы».⁴⁷ И снова придется отмечать близость этих замечаний к современным выводам, в частности о зависимости окраски кварца от состава пород, вмещающих кварцевые жилы и хрустальные гнезда.⁴⁸ Как бы обращаясь к будущим исследователям, Стенон советует: «Только надо предпринять точное исследование камней (т. е. горных пород, — *И. Ш.*), в полостях которых образовались наилучшие горные хрустали».⁴⁹

Очень важно и следующее положение: «В одном и том же месте кристаллическое вещество присоединяется к плоскостям, находящимся в разном положении относительно горизонта».⁵⁰

Отсюда как следствие вытекает тот факт, что «в одной и той же жидкости образуются кристаллы разной формы».⁵¹

Как видим, Стенон уже обращал внимание на природную ориентировку кристалла и на зависимость от нее кристаллической формы. В этом пункте старинный ученый является прямым предшественником Г. Г. Лемлейна (см. выше) и ряда других ученых, занимавшихся вопросом об искажении облика кристаллов в зависимости от их ориентировки относительно направления силы тяжести.⁵²

В конце параграфа о «кристалле» (горном хрустале) Стенон возвращается к теоретическому вопросу о двух жидкостях — «внешней» и «внутренней», — обуславливающих процесс роста кристалла. Относительно первой ученый пишет: «Жидкость, в которой образуется горный хрусталь, находится в таком же отношении к горному хрусталу, как обыкновенная вода к соли».⁵³ Отсюда ясно, что «внешняя» жидкость соответствует в нашем пони-

⁴⁷ Н. Стенон. 1957, стр. 40.

⁴⁸ А. Е. Карякин. О зависимости окраски кристаллов кварца от химического состава пород, вмещающих хрустальные гнезда. В кн.: Кристаллография, вып. 4. Изд-во ЛГУ, 1955.

⁴⁹ Н. Стенон. 1957, стр. 42.

⁵⁰ Там же, стр. 40.

⁵¹ Там же.

⁵² Д. П. Григорьев. Онтогенез минералов, стр. 95.

⁵³ Н. Стенон. 1957, стр. 42.

мании кристаллообразующему раствору. С потоками этой жидкости Стенон связывает «движение, в силу которого новое кристаллическое вещество, присоединенное к кристаллу, распространяется по плоскости».⁵⁴ Вместе с тем «движение, в силу которого происходит присоединение кристаллического вещества только к определенным, а не ко всем другим местам кристалла», ученый приписывает внутренней «проницающей тонкой жидкости». Действие этой жидкости (флюида) Стенон считает достаточно сильным и сохраняющимся на расстоянии. Это действие он сравнивает с магнитом, который, находясь под бумагой, заставляет двигаться железные опилки на бумаге.

Из сказанного выясняется, что «внутренняя жидкость» кристалла — старинное представление о кристаллизационной силе и физико-химических силах связи внутри кристаллической структуры. Даже уловленное Стеноном дальное действие таких сил не противоречит современным представлениям.⁵⁵ Характерно, что чисто теоретический вопрос о «двух жидкостях» ученый всецело обосновывал на своих наблюдениях над реальными кристаллами.

Заканчивается параграф о горном хрустале упоминанием о проводившихся самим автором опытах с кристаллизацией купороса (медного) и квасцов, растворенных вместе в воде: «После уничтожения части воды эти кристаллы образовались каждый отдельно без всякого смешения частиц».⁵⁶ По мнению Стенона, эти опыты объясняют наличие различно окрашенных кристаллов кварца в одном и том же месторождении.

Для нас упоминание об опытах по кристаллизации ценно, как свидетельство того, что старинный естествоиспытатель, не ограничиваясь ролью наблюдателя, обращался и к помощи лабораторного эксперимента. По-видимому, его опыты были одними из первых опытов по кристаллизации.

Значительно меньший объем занимают параграфы, посвященные кристаллам «железа» (т. е. железного блеска, или гематита — Fe_2O_3), алмаза и «марказита» (пирита — FeS_2).

⁵⁴ Там же, стр. 41.

⁵⁵ Г. И. Дистлер. Реальное строение, активность и дальное действие кристаллических поверхностей. В кн.: Рост кристаллов, т. VIII. М., Изд-во «Наука», 1968.

⁵⁶ Н. Стенон. 1957, стр. 42.

В гематите ученый прежде всего выделяет три рода кристаллов: пластинчатый, двенадцатигранный и двадцатичетырехгранный. Эти три рода представляют различно ограненные кристаллы гематита, которые мы назвали бы, пользуясь современной терминологией, различными «генерациями» или зарождениями.⁵⁷

Из описаний и рисунков Стенона легко понять, что первый род кристаллов соответствует комбинации сильно развитого пинакоида $\{0001\}$ и слабо развитого по краям ромбоэдра $\{10\bar{1}1\}$; второй — комбинации двух ромбоэдров $\{10\bar{1}1\}$ и $\{10\bar{1}4\}$ и третий — комбинации тех же двух ромбоэдров и гексагональной дипирамиды $\{22\bar{4}3\}$. Тщательное изучение кристаллов гематита привело Стенона к выводу, отчасти повторяющим заключения, относящиеся к горному хрусталу. Кристаллы гематита, по его данным, выросли «в расселине скалы» и образовались из жидкости. Штриховка на гранях тупого ромбоэдра $\{10\bar{1}4\}$, — *И. Ш.*), по мнению ученого, говорит о том, что при росте кристаллов вещество присоединялось не ко всем плоскостям, а только к тем граням, поверхность которых кажется гладкой. Это заключение подтверждается новейшими исследованиями сходных кристаллов корунда (Al_2O_3), рост которых происходит преимущественно за счет отложения слоев $\{10\bar{1}1\}$.

Сравнение кристаллов второго и третьего типа показало, что «второй род железа переходит в третий... В одном и том же скоплении железных тел почти все более тонкие (кристаллы, — *И. Ш.*) имеют только двенадцать плоскостей, а более толстые — двадцать четыре».⁵⁸ Здесь Стенон впервые обратил внимание на динамику перехода одних форм в другие. Отметил он и еле заметные вичинальные образования в виде «кругообразных пластинок».⁵⁹ Не лишено интереса наблюдение, согласно которому шесть граней ромбоэдра $\{10\bar{1}1\}$ приближаются по своим углам к кубу. Здесь мы имеем как бы первый намек на сделанное в конце XIX столетия обобщение Е. Малляра (все кристаллы в той или иной мере приближаются к кубическим) или же на «закон пределов» Е. С. Федорова (кристаллы по своим углам стремятся к двум типам — кубическому или гексагональному).

⁵⁷ Д. П. Григорьев. Онтогенез минералов, стр. 38.

⁵⁸ Н. Стенон. 1957, стр. 44.

⁵⁹ Там же, стр. 45.

Параграф, посвященный алмазу, состоит всего из нескольких строк. Ссылаясь на форму алмазных кристаллов, ученый приходит к следующим выводам:

«1. Они образовались в жидкости, заключенной в раселинах скал...»

«2. Они образовались из жидкости посредством присоединения алмазного вещества.»

«3. В процессе их образования следует рассмотреть действия тонкой внутренней жидкости и окружающей жидкости».⁶⁰

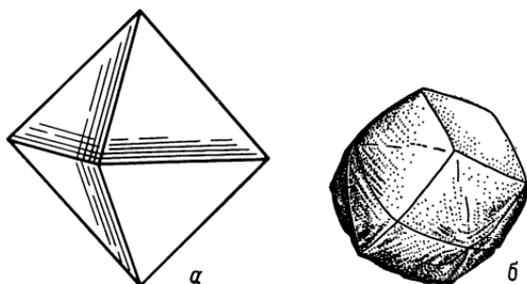


Рис. 9. Плоскогранные (а) и округлые (б) кристаллы алмаза. По А. Е. Ферсману.

Заменяя в приведенной цитате «окружающую жидкость» глубинным расплавом, а «внутреннюю жидкость» — действием кристаллизационной силы, мы по сути дела приходим к современным толкованиям генезиса природных кристаллов.

Стенону были известны восьмигранные алмазные кристаллы, т. е. октаэдры, и двадцатичетырехгранники, соответствующие ромбододекаэдрам (додэкаэдроидам) с преломленными посередине гранями (рис. 9). Заметил он и кривогранность и штриховку последних, имеющих «поверхности скорее выпуклые, чем ровные».⁶¹ Несмотря на лаконичность текста, мы находим здесь первое по времени, достаточно строгое описание морфологии алмаза и первые выводы об его природном происхождении.

Последний параграф, относящийся к кристаллам, носит подзаголовок «О марказитах». В действительности

⁶⁰ Там же.

⁶¹ Там же.

же здесь идет речь о кристаллах пирита. Ограниченные со всех сторон кубические многогранники этого минерала привлекли особое внимание ученого. Он останавливается прежде всего на их форме в виде «кубических параллелепипедов, обычно называемых кубами», и сразу же делает оговорку, что «только в немногих из них наблюдается равенство всех плоскостей».⁶² Всестороннее ограничение таких кристаллов приводит исследователя к заключению о том, что они, в отличие от горного хрусталя, не были прикреплены к твердой породе, а выросли

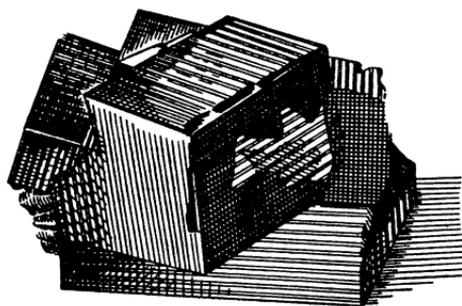


Рис. 10. Кубические кристаллы пирита.

«между двумя жидкостями». (В настоящее время такое ограничение пирита объясняется их метасоматическим происхождением).

Изучая кубики пирита, ученый обнаружил взаимную перпендикулярность штрихов на соседних гранях и их повторяемость по трем взаимно перпендикулярным направлениям (рис. 10). По мнению известного немецкого кристаллографа П. Грота (1843—1927), этот тезис имеет особый интерес, как первое указание на равнозначность трех взаимно перпендикулярных направлений в кубическом кристалле и тем самым как первый намек на симметрию пирита. Сам Стенон объяснял появление пиритовой штриховки следующим образом: «Из направления штрихов следует, что вокруг любого куба находилась окружающая жидкость, ограниченная тройным движе-

⁶² Там же, стр. 46.

нием. Одно из этих движений было перпендикулярно горизонту, а остальные два, параллельные ему, были взаимно перпендикулярны». ⁶³ Несмотря на свою неправильность, это объяснение очень характерно для Стенона: он объяснял наличие штриховки взаимодействием кристаллообразующей среды (внешней жидкости) и кристаллизационной силы (внутренней жидкости).

Далее Стенон останавливается на явлении спайности (способность кристаллов колотья по определенным плоскостям): «Существуют и такие угловатые тела, которые могут раскалываться на пластинки. Так, например, ромбоидные селениты (кристаллы гипса, — *И. III.*) являются ромбоидными телами, которые в свою очередь раскалываются на другие ромбоидные тела». ⁶⁴ Здесь описаны характерные обломки в виде ромбов, получающиеся при раскалывании таблитчатых кристаллов гипса. Из приведенной цитаты видно, что Стенон хорошо знал явление спайности и что открытие этого явления было сделано им одновременно с Э. Бартолином, описавшим в том же 1669 г. спайность кальцита (см. ниже). Параграф «О марказитах» заканчивается следующим замечательным высказыванием, которое можно рассматривать как завещание Стенона будущим исследователям морфологии кристаллов: «Если бы угловатые тела удалось подвергнуть точному исследованию в отношении строения и способности их растворения, то мы вскоре получили бы определенное представление о разнообразном движении частиц как внутренней тонкой жидкости, так и окружающей жидкости. Эта последняя часть физики затронута лишь немногими учеными, но всем необходима для правильного изъяснения природных процессов». ⁶⁵ Приведенное высказывание сохранило всю свою свежесть и актуальность и до сих пор. Мало того, только сейчас оно может быть оценено как следует. Стенон пишет здесь о важности изучения «строения», т. е. внутреннего сложения «угловатых тел» (кристаллов). Лишь сравнительно недавно кристаллографы начали детально изучать внутреннюю морфологию кристаллов — их сложение из слоев и пирамид нарастания граней. Такое изучение дает поня-

⁶³ Там же.

⁶⁴ Там же, стр. 48.

⁶⁵ Там же, стр. 48.

тие о всех деталях и особенностях роста кристаллов, зависящего как от внутренней кристаллической структуры («внутренней тонкой жидкости»), так и от внешней питающей среды («внешней жидкости»). Совсем по-современному звучит идея Стенона о важности изучения «способности растворения» кристаллов, опять-таки связанной с их внутренним строением и с воздействием внешней среды. Ряд положений о кристаллах, а в том числе и четкое указание на закон постоянства углов, находятся в разделе «Объяснение рисунков» в самом конце трактата (рис. 11).

Приведем две цитаты, относящиеся к закону Стенона: «Рис. 5 и 6 — из числа тех, которых я мог бы привести большое количество для доказательства того, что на плоскости число и длина сторон кристалла по-разному изменяются без изменения углов... Рис. 13 показывает, как на поверхности основания (когда новое кристаллическое вещество накладывается на плоскости пирамид) иногда разнообразно изменяется длина сторон и число их без изменения углов».⁶⁶ Из этих самых первых формулировок знаменитого закона видно, что Стенон обращал в первую очередь внимание на углы между «сторонами», т. е. ребрами. Эти же углы косвенно характеризуют и наклоны между гранями. Ученый продемонстрировал свой закон лишь на кристаллах горного хрусталя. Однако из рисунков, изображающих в виде разверток грани кристаллов гематита, хорошо видно, что постоянство углов было им установлено и для «угловатого» железа.

Все свои открытия Стенон осуществил без какой-либо вспомогательной аппаратуры. Закон постоянства углов он обнаружил, обрисовывая на бумаге контуры кристаллов кварца. (Именно в то время появились графитовые карандаши, впервые изготовленные в Англии). Рисунки, приложенные к его сочинению, поражают своей точностью. По данным Г. Терча, углы на кристаллах, изображенных Стеноном, отклоняются от истинных не более чем на 2—2.5°.⁶⁷ (Сам Стенон нигде не приводит величин измеренных им углов).

Интересно проследить дальнейшую судьбу закона постоянства углов на кристаллах.

⁶⁶ Там же, стр. 66.

⁶⁷ H. Tertsch. Geheimnis der Kristallwelt, S. 115.

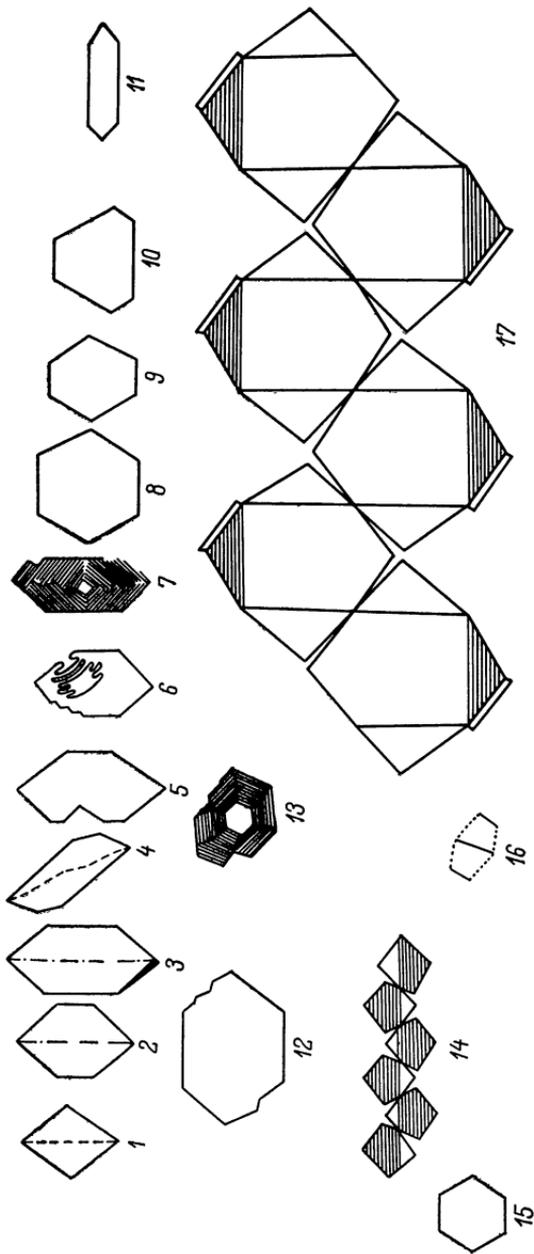


Рис. 11. Рисунки Н. Стенона с изображением кристаллов кварца и гематита.
с 1 по 13 — кварц; с 14 по 17 — гематит.

В том же году, когда появился трактат Стенона, его бывший учитель Эразм Бартолин опубликовал латинский трактат под названием «Опыты с двупреломляющим исландским кристаллом, которые привели к открытию чудесного и необычайного преломления» (1669 г.). В этом сочинении впервые сообщалось о разложении луча, проходящего сквозь кристалл прозрачного кальцита (исландского шпата), на два луча. Явление двупреломления лучей, открытое Бартолином, легло впоследствии в основу всей кристаллооптики. Одновременно Бартолин дал тщательное описание спайных ромбоэдрических осколков, получающихся при раскалывании кристаллов кальцита, и отметил равенство соответственных углов для всех таких осколков. Тем самым он установил постоянство углов для кристаллов кальцита. В отличие от Стенона, Бартолин впервые приводит величины измеренных им плоских и двугранных углов для спайных обломков исландского шпата.

В 1695 г. известнейший голландский естествоиспытатель Антоний Левенгук (1632—1723), наблюдая под микроскопом, сконструированным им же самим, рост игольчатых кристалликов гипса в капле раствора, отметил, что углы на растущих кристалликах остаются неизменными. Саксонский минералог И. Ф. Генкель (1679—1744), руководитель студента М. В. Ломоносова во Фрейберге, уже ясно чувствовал необходимость приложения математики к учению о кристаллах. Из следующей цитаты видно, что он имел понятие о законе постоянства углов: «Природа в своих сочетаниях и смещениях раз и навсегда соизволила избрать связь, структуру и внешнее строение веществ согласно их свойству и соответственно внешним условиям и обстоятельствам. От этого принятого правила она уже не отступает, а ставит циркуль и отмеряет углы, раз и навсегда установленные для разных веществ. Поэтому, вероятно, должны существовать не случайные, а неизбежные причины, которые надо закрепить пером и чернилами и на чертежной доске».⁶⁸ Весьма вероятно, что именно это высказывание Генкеля, отмечающее строгую закономерность в геометрии кристаллов, произвело

⁶⁸ Цит. по: С. М. Марк. *Geschichte der Kristallkunde*. Karlsruhe, 1825, S. 87.

известное впечатление на молодого Ломоносова и впоследствии было им учтено.

Быть может, не без влияния этого высказывания Ломоносов стремился тщательно измерять углы на кристаллах. «Наконец отличною фигурою известные и больше всех дорогие камни последуют в своем рождении законам геометрическим углами и плоскостями и преимуществуют твердостью и прозрачностью. Многие из них рождаются ромбоической фигуры, имея два угла по шестидесять и два по 120 градусов, что я нарочно мерял у некоторого немалого неграненного алмаза и других прозрачных камней», — читаем мы в его трактате «О слоях земных» (1763).⁶⁹ В черновой записи «Опытов над кристаллизациями» в виде отдельного параграфа стоит «Измерение формы и углов».⁷⁰ Однако Ломоносов не ограничился этим. В 1749 г. на основании измерения углов на кристаллах селитры он пытается связать закон постоянства углов с внутренним строением кристаллов. «Если мы предположим, что частицы селитры имеют сферическую форму, к каковой по большей части стремятся мельчайшие природные тела, собирающиеся в кучу, то будет очень легко объяснить, почему селитра вырастает в шестигранные кристаллы... Углы кристаллов селитры соответствуют предполагаемому расположению частиц, так как обычно каждый из них составляет 120°».⁷¹

Из приведенных цитат видно, что Ломоносов был одним из первых кристаллографов, начавших систематически измерять углы на кристаллах. Мало того, закон постоянства углов он связывал с внутренним строго закономерным расположением элементарных частиц (корпускул) внутри кристаллической структуры. Тем самым он впервые глубоко проник в сущность этого закона, придав ему структурный характер и выявив взаимосвязь между внешним ограничением кристаллов и их внутренним (атомным, молекулярным) строением.

В конце XVIII столетия Ж. Б. Ромэ-Делиль (1736—1790) — «первый по времени специалист кристаллограф», как его характеризовал В. И. Вернадский, — доказал справедливость закона постоянства углов для всех без

⁶⁹ М. В. Ломоносов. Полн. собр. соч., т. 5. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1954, стр. 599.

⁷⁰ Там же, т. 2, 1951, стр. 603.

⁷¹ Там же, стр. 273.

исключения кристаллов и тем самым «дал исходную точку всего современного развития кристаллографии».⁷² Приведем формулировку закона, опубликованную знаменитым французским кристаллографом в его книге «Кристаллография или описание форм, свойственных всем телам минерального царства, в виде солей, камней и металлов»: «Грани кристалла могут изменяться по своей форме и относительным размерам, но их взаимные наклоны постоянны и неизменны для данного рода кристаллов».⁷³ Этот закон Ромэ-Делиль проверил экспериментально на большом количестве разнородных кристаллических веществ. Измерения углов производились им с помощью прикладного гониометра Каранжо — первого точного кристаллографического прибора, состоящего из транспортира и прикрепленной к нему вращающейся линейки. Этот незамысловатый прибор явился предшественником отражательных однокружных гониометров Волластона и Митчерлиха, сменивших его в начале прошлого столетия, а затем и современных двукружных гониометров Е. С. Федорова, В. Гольдшмидта и др. Гониометрические исследования кристаллов дали прочное фактическое основание для дальнейших теоретических построений кристаллографии. Исходя из них, Х. С. Вейс в 1815 г. и несколько позднее Ф. Мос установили семь кристаллографических систем; далее, в 1830 г. Ф. Х. Гессель, а в 1867 г. А. В. Гадолин вывели 32 класса конечной кристаллографической симметрии; и, наконец, в 1890—1891 гг. появился вывод 230 пространных групп-законов бесконечной симметрии кристаллических структур Е. С. Федорова и А. Шенфлиса.

Уже в наше столетие был создан ряд гониометрических методов определения вещества: кристаллохимический анализ Е. С. Федорова, кристаллографический диагноз А. К. Болдырева, метод определения кристаллов Т. Баркера.

Вернемся, однако, к Н. Стенону и напомним, что весь этот мощный научный поток родился из скромного истока — открытия закона постоянства углов. Знали ли позднейшие творцы кристаллографии о своем давнишнем

⁷² В. И. Вернадский. Основы кристаллографии, ч. 1, вып. 1. М., 1904, стр. 12—13.

⁷³ Romé de l'Isle. Cristallographie... Paris, 1783, p. 93.

предшественнике, заложившем начало науки о кристаллах?

Здесь следует остановиться на вопросе о знакомстве Ромэ-Делиля с сочинением Стенона. Неоднократно высказывалось недоумение по поводу того, что знаменитый французский ученый в своей «Кристаллографии» (1783 г.), всецело базирующейся на законе постоянства углов, ни разу не упомянул имени Н. Стенона. Это тем более непонятно, что в своем более раннем «Опыте кристаллографии» (1777) он усердно цитирует своего предшественника, приводит его тезисы, а среди иллюстраций воспроизводит изображения кристаллов гематита по Стенону. Тщательные розыски историков науки внесли ясность в этот вопрос.⁷⁴ Вот что пишет по этому поводу автор известной популярной книги «Кристаллы» М. П. Шаскольская: «Французский минералог Ромэ-Делиль внимательно прочитал сочинения Стенона. Но он читал их именно в том неполном французском переводе, из которого переводчик выбросил все, что касалось постоянства углов кристаллов. Поэтому, хорошо зная работы Стенона, Ромэ-Делиль не имел понятия об уже открытом законе постоянства углов, так же как не знал он и о работах Ломоносова».⁷⁵ Итак, в результате нелепой случайности Ромэ-Делиль так и не узнал о том, что его предшественником по открытию закона постоянства углов был Стенон, живший за сто лет до него. Не мог он знать и трудов М. В. Ломоносова, так как диссертация последнего о селитре (1749 г.) не была опубликована и пролежала в архивах до нашего времени. Замечательный ломоносовский трактат «О слоях земных», приложенный к книге «Первые основания металлургии или рудных дел» (1763), не был доступен иностранным ученым, не знавшим русского языка.

Судя по тому, что имя Стенона ни разу не упоминается в его сочинениях, Ломоносов не был знаком с трудами датского натуралиста, хотя в высказываниях обоих ученых встречается много общего. (Этот вопрос детально разбирается в последней главе нашей книги). Следова-

⁷⁴ A. Johnsen. Die Geschichte einer Kristallmorphologischen Erkenntnis. Sitzungsberichten d. Preussischen Akad. d. Wissenschaften. Phys.-Math. Klasse, XXVI, 1932, S. 3—14.

⁷⁵ М. П. Шаскольская. Кристаллы. М., Гостехтеоретиздат, 1957, стр. 130.

тельно, все три творца основного закона кристаллографии открыли его совершенно самостоятельно, не зная о своих предшественниках.

Несколько слов надо сказать и о самом названии этого закона. Голландский историк науки М. Р. Гуикас недавно выступил со следующим заявлением: «Первый фундаментальный закон кристаллографии — это закон постоянства углов или закон Ромэ. Его часто называют „законом Стенона“, но зачем приписывать этот закон геологу, который упомянул его мимоходом относительно одного лишь кварца, в дополнительном тексте, объясняющем несколько фигур».⁷⁶ Думается, что читатель, ознакомившийся с нашим детальным разбором кристаллографической части стеноновского трактата, никоим образом не сможет согласиться с этим заявлением. Мы видели, что Стенон подошел к изучению найденных им природных кристаллов, как настоящий кристаллограф. Не случайно ведь и сейчас нас восхищают его чисто кристаллографические открытия, касающиеся образования и роста кристаллов. Нельзя согласиться и с тем, что Стенон ограничился рассмотрением одних кристаллов кварца. Его зарисовки многогранников гематита в виде разверток показывают, что при вычерчивании были с большой точностью учтены реальные плоские углы на кристаллических гранях. Кроме того, необходимо подчеркнуть, что открытие закона постоянства углов является само собой разумеющимся следствием изучения роста кристаллов за счет отложения параллельных слоев по граням исходного зародыша. А ведь именно на это явление и обратил особое внимание Стенон. Поэтому мы всецело присоединяемся к выводу Г. Терча: «Из всего вышесказанного ясно видно, что Стенон в достаточно подробном изложении и соответственных фигурах трактата является первооткрывателем закона постоянства углов, хотя этот закон и был точно сформулирован и подтвержден многочисленными измерениями лишь гораздо позже и другими учеными. В этом спорном вопросе дело обстоит точно так же, как в случае с открытием Америки Колумбом. Ведь можно оспаривать это открытие, ссылаясь на то, что Колумб видел только близлежащие

⁷⁶ М. Р. Нойкаас. *La naissance de la cristallographie en France au XVIII siècle*. Paris, 1953, p. 10.

острова, а не сам материк, что сам он не верил до конца жизни в открытие нового континента».⁷⁷ Резюмируя все сказанное, повторим еще раз, что первооткрывателем закона постоянства углов на кристаллах бесспорно является Стенон и что этот закон по праву носит его имя. Вместе с тем, наряду с ним следует назвать и Ломоносова, указавшего на структурный характер этого закона, и Ромэ-Делиля, давшего его точную формулировку и подтвердившего его многочисленными измерениями. «Закон Стенона—Ломоносова—Ромэ-Делиля», — так следовало бы по всей справедливости называть основной закон кристаллографии.

Нам не случайно пришлось уделить очень много внимания кристаллографическим открытиям Стенона. Он и до сих пор может служить образцом подлинного исследователя кристаллов. Идеальная зоркость и точность наблюдений, тщательнейшее изучение в природе кристаллического материала, повышенное внимание к мельчайшим отклонениям реальных кристаллов от идеализированных моделей, живой интерес к вопросам кристаллогенезиса, умелое обобщение наблюдавшихся фактов, приводящее к открытию основных закономерностей, — вот те черты, которые характеризуют Стенона-кристаллографа.

⁷⁷ H. Tertsch. Niels Stensen und die Kristallographie. In: G. Scherz. Nicolaus Steno and his Indice. 1958, S. 127.

ПЕРВООСНОВЫ ГЕОЛОГИИ

Н. Стенона нередко называют «основоположником научной геологии». Для того чтобы убедиться в справедливости этой характеристики, остановимся сперва на достижениях наиболее видных его предшественников в области геологических наук.

Зарождение геологии теснейшим образом связано с первыми успехами минералогии и учения о полезных ископаемых — двух наиболее древних геологических наук. Параллельно с их развитием накапливался и собственно геологический материал, долгое время никем не обобщавшийся и не находивший своего истолкования. Рассуждения об образовании гор, описания вулканических извержений и землетрясений тесно переплетались с фантастическими вымыслами, библейскими легендами и народными преданиями.

Среди первых ученых, вступивших в отважную борьбу со средневековыми измышлениями, касавшимися образования и истории Земли, видное место занял гениальный итальянский художник, ученый и инженер — Леонардо да Винчи (1452—1519). Это был убежденный сторонник опытного естествознания, ратовавший за тесное слияние теории и практики. Свой подход к научным изысканиям он выразил в следующих словах: «Увлекающийся практикой без науки — словно кормчий, ступающий на корабль без руля или компаса, он никогда не уверен, куда плывет».¹

¹ Д. И. Гордеев. История геологических наук, ч. I. Изд-во Моск. ун-та, 1967, стр. 139.

Работая в качестве инженера-гидротехника над проведением каналов в Северной Италии, Леонардо да Винчи пытливо присматривался к напластованиям Земли и к включенным в них морским раковинам, находящимся иногда на больших расстояниях от моря. В результате таких наблюдений он пришел к выводу, что эти раковины в давние времена находились на дне моря, впоследствии отступившего отсюда. Следовательно, море и суша не всегда находились там, где они находятся сейчас, причем изменение их границ совершалось постепенно. Такие же явления происходят и в настоящее время, и поэтому тщательное изучение нынешних природных процессов может помочь выяснить древние изменения.

Вопреки старинным представлениям о том, что ископаемые раковины являются результатом какой-то мистической «игры природы», Леонардо да Винчи утверждал их органическое происхождение. Он писал: «Нам говорят, что эти раковины образовались в горах, под влиянием звезд. Но я спрашиваю, где в горах звезды, образующие теперь раковины разного возраста и вида? И как могут звезды объяснить происхождение гравия, встречающегося на различных высотах и составленного из камней, округленных как бы действием движущейся воды; или каким образом может такая причина объяснить, почему в некоторых местах встречаются окаменевшие листья, морские водоросли и морские раки».²

В то же время Леонардо да Винчи смело восставал против библейской легенды о «всемирном потопе». «Я не понимаю также, — писал он, — куда девались воды моря, если оно когда-нибудь покрывало всю землю и горы? Ископаемые раковины не являются следствием таких наводнений, а являются предшественниками животных, живущих теперь в море».³ Особое внимание было им обращено на разрушающее действие текущих вод и на связанное с ними образование обломочных горных пород.

Взгляды великого итальянца намного опередили науку той эпохи и долгое время оставались непонятыми, не оцененными и неиспользованными. Лишь немногие натуралисты XVI в. сходились с ним в своих выводах.

² Там же, стр. 140.

³ Там же.

Среди последних следует упомянуть знаменитого французского художника-керамиста и выдающегося естествоиспытателя Б. Палисси (ок. 1510—ок. 1590), автора книги «Чудесные рассуждения о природе вод и источников естественных и искусственных, о металлах, камнях, землях, об огне и эмалях со многими другими тайнами предметов, встречающихся в природе, с прибавлением трактата и об удобрении земли» (1580).

Нельзя, однако, не отметить, что и Леонардо да Винчи и Палисси проводили геологические изыскания лишь мимоходом, попутно с другими важнейшими работами, и отнюдь не считали их главным делом своего научно-художественного творчества. Поэтому открытые ими факты и наблюдения носят обычно отрывочный и случайный характер.

Первым специалистом, всецело посвятившим себя «каменной науке» и горнорудному делу, явился уже известный нам саксонский врач, металлург и минералог Георгий Агрикола. В течение по крайней мере двух с половиной столетий самым распространенным научным и практическим пособием для горняков был его капитальный труд в двенадцати книгах «О горном деле и металлургии».⁴ Этот труд, писавшийся свыше двадцати лет, вобравший в себя весь опыт и знания практиков и теоретиков того времени, являлся подлинной энциклопедией горного дела в XVI столетии. Само собой разумеется, что в ней находится немало сведений, относящихся к учению о рудных месторождениях и собственно к геологии. Помимо этого, Агрикола оставил ряд специальных работ, посвященных вопросам собственно геологии и минералогии («О происхождении и причинах подземных веществ», «О природе того, что вытекает из Земли», «О новых и старых металлах», «О природе ископаемых» и др.).

Вода, воздух, огонь — вот те главные стихии, которые ставятся им во главу угла при истолковании геологических процессов.⁵ О первопричинах формирования гор и

⁴ Книга Г. Агриколы вышла в свет уже после смерти ее автора, в 1556 г. Имеется русский перевод: Георгий Агрикола. О горном деле и металлургии. Редакция С. В. Шухардина, перевод и примечания В. А. Гальминаса и А. И. Дробинского. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1962.

⁵ Е. А. Радкевич. Труды Георгия Агриколы по геологии и минералогии. В кн.: Г. Агрикола о горном деле и металлургии. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1962, стр. 579.

долин он пишет следующим образом: «Холмы и горы образуют две причины: одна из них напор воды, другая — сила ветров. Разрушают же горы три причины, ибо к напору воды и силе ветра прибавляется еще внутренний огонь Земли».⁶

Агрикола, так же как и Леонардо да Винчи, придавал большое значение геологическим изменениям, наблюдающимся в настоящее время и объясняющим прошлое Земли. Приведем его собственные слова, иллюстрирующие сказанное: «Воды образуют многие горы. Это происходит прямо на наших глазах, ибо они, пропиливая Землю, сначала размывают ее массу, затем отрывают более твердые частицы, разрывают скалы и таким образом за несколько лет выдалбливают в плоской равнине впадины и рвы, что может заметить даже неопытный глаз в горных районах. Эти ущелья, в течение многих веков достигающие удивительной высоты, с двух сторон ограждены стенами долин. С берегов отрываются камни. Благодаря действию дождевых потоков и мороза, отвесные стенки долин превращаются в наклонные... Эти превращения происходят с незапамятных времен».⁷ К создающему и разрушающему действию воды добавляется сила ветра: «Ветер разрушает горы, переносит песок и наново насыпает их, причем вырастают насыпные холмы. Эта деятельность ветра особенно заметна в жарких областях».⁸ Приписывая огромную роль в геологии внешним факторам, старинный естествоиспытатель отмечал также значение внутренних глубинных сил. «Я думаю, что правы арабы, — пишет он, — которые указывают на образование гор в результате землетрясений: подземные пары вызываются из заключения и внезапно вырастают в холмы...».⁹

Давая оценку приведенным выше высказываниям Агриколы, советская исследовательница его творчества — Е. А. Радкевич — справедливо приходит к следующим выводам: «Таким образом, Агрикола утверждал непрерывное и бесконечное изменение лика Земли, происходящее с незапамятных времен, причем в основу своих выводов он в первую очередь положил свои собственные наблюде-

⁶ Там же.

⁷ Там же.

⁸ Там же.

⁹ Там же, стр. 579, 580.

ния над современной ему эрозионной деятельностью воды и ветра».¹⁰ Е. А. Радкевич отмечает, что в вопросах о формировании осадков на дне моря и о происхождении ископаемых раковин Агрикола значительно уступал Леонардо да Винчи. Он считал, например, что найденные им в песчанике окаменевшие остатки рыб были принесены туда подземными реками и, погибнув, окаменели. Другие окаменелости органического происхождения (белемниты, аммониты и др.) Агрикола принимал за особые минералы.

Образование осадочных пород он связывал с процессами, в которых играли большую роль «загустелые» соки Земли. Даже каменный уголь рассматривался Агриколой как результат отвердевания этих соков. Другие горные породы возникли, по его представлениям, от «смешения соков и земли». Вместе с тем он считал возможным также образование камней в результате сплавления земли. Говоря о процессах, протекающих в земных глубинах, Агрикола приписывал главную в них роль воде. Он писал: «Воды глубинные продавливают внутренность Земли, точно так же, как те, что находятся на поверхности. Они образуют не только каналы, но и пещеры».¹¹ С наличием таких подземных пещер ученый связывал землетрясения, объясняя их возникновение обвалами над подземными пустотами. Первопричиной же землетрясений он считал «столкновение воздушных потоков или паров, которые циркулируют вдоль пустот, промытых водой».¹² Тесно связывая вулканические явления с землетрясениями, Агрикола писал, что вулканы — «это загоревшиеся пары». Их возгорание происходит, когда «сталкивающиеся пары воспламеняются и зажигают горючие вещества».¹³ К последним относятся главным образом каменный уголь и сера.

Следует отметить, что Агрикола пришел к таким выводам на основании собственных наблюдений, сделанных им во время подземных угольных пожаров. Поэтому он явно принижал значение вулканизма, всецело относя его к местным пожарам. Землетрясения, вулканические явления, происхождение горячих подземных растворов —

¹⁰ Там же, стр. 580.

¹¹ Там же, стр. 581.

¹² Там же, стр. 582.

¹³ Там же, стр. 583.

«соков», порождающих рудные и нерудные ископаемые, — все, по представлениям Агриколы, тесно связано между собой.

Эти идеи в течение двух столетий считались непогрешимыми. Во многом они определили будущее учение геологов-нептунистов (XVIII в.), приписывавших всем горным породам водное происхождение. Вместе с тем они в какой-то мере предвосхитили и современные нам теории о происхождении гидротермальных месторождений — месторождений, образовавшихся в результате отложения минералов из восходящих горячих водных растворов.

Упомянув о научных заслугах Агриколы, нельзя, однако, забывать, что в его сочинениях наряду с передовыми, прогрессивными идеями мы встречаемся со множеством устарелых и в корне чуждых нам высказываний. Советский историк геологии Д. И. Гордеев пишет по этому поводу: «В рассуждениях о „соках Земли“, которые Агрикола противопоставляет водным растворам, он допускал много фантастического и мистического и этим отдавал дань господствовавшей тогда алхимии и схоластике».¹⁴

Мы остановились достаточно подробно на трудах двух выдающихся предшественников научной геологии — гениального Леонардо да Винчи и великого знатока горно-рудного дела Георгия Агриколы. Замечательные, но совершенно не понятые в свое время высказывания первого долгое время не привлекали к себе внимания и, по сути дела, оставались за рамками тогдашней науки.

Капитальные труды Агриколы включали в себя наряду с правильными выводами и ценным фактическим материалом много путаного и недостоверного. Здесь нет необходимости останавливаться на всевозможных фантастических «теориях Земли», в изобилии сочинявшихся учеными XVIII в. В основном эти «теории» представляли собой самые причудливые измышления, базировавшиеся либо на библейских легендах, либо на бурной фантазии самих авторов, высокомерно презиравших опытные наблюдения, фактические данные, реальную действительность.

Таково было состояние геологических знаний, когда Н. Стенон задался целью заложить основы строго научной геологии, всецело базируясь на проведенных им

¹⁴ Д. И. Гордеев. История геологических наук, ч. I, стр. 142.

самим полевыми наблюдениях и опытных исследованиях. Найденные им положения и выводы он сформулировал вкратце в виде тезисов, входящих в текст уже хорошо знакомого нам трактата «О твердом...».

Почти каждый из этих тезисов представляет существенный интерес и требует самого тщательного внимания и рассмотрения. По примеру предыдущей главы ниже приводятся многочисленные цитаты из стеноновского текста, с тем чтобы читатель имел возможность ознакомиться с высказываниями самого автора. Старинный текст сопровождается необходимыми комментариями и истолкованиями с позиций современной геологической науки. Вслед за вводной частью трактата с основными положениями, подробно рассмотренными нами выше (стр. 76—81), Стенон переходит непосредственно к описанию и истолкованию тех геологических явлений, которые были им установлены в природе.

Первая глава, посвященная этим явлениям, носит заглавие «Слой Земли». Открывает ее утверждение: «Слои земли принадлежат к осадкам из жидкостей...».¹⁵ Далее следуют три доказательства этого положения. В первом отмечается, что «порошкообразное вещество слоев» может принять форму слоя (пласта) и образовать ровную поверхность только в том случае, когда оно выпадает под влиянием силы собственной тяжести из жидкости, с которой оно было до тех пор смешано. Второе доказательство заключается в том, что находящиеся внутри слоев более крупные тела «подчиняются законам тяжести, как в особом положении каждого тела самого по себе, так и в относительном положении разных тел между собой».¹⁶ Согласно третьему доказательству, «порошкообразное вещество слоев настолько приспособилось к форме тел, содержащихся в нем, что наполнило каждую малейшую полость заключенного в них тела и воспроизвело его гладкость и блеск теми частями поверхности, которые его коснулись...».¹⁷

Вслед за этими доказательствами Стенон останавливается на вопросе о происхождении осадочных слоев:

¹⁵ Н. Стенон. О твердом, естественно содержащемся в твердом (в дальнейшем: Н. Стенон. 1957). М.—Л., Изд-во АН СССР, 1957, стр. 28.

¹⁶ Н. Стенон. 1957, стр. 28.

¹⁷ Там же, стр. 28—29.

«Осадки возникают, когда содержимое в жидкости в силу собственной тяжести оседает на дно, хотя упомянутое содержимое может быть привнесено из другого места или незаметно отделиться от самих частей жидкости на верхней поверхности ее или от всех частиц жидкости».¹⁸

Из приведенных цитат хорошо видно, что Стенон совершенно правильно представлял себе процесс образования осадочных горных пород путем выпадения их частиц из воды. Одним из первых ученых обратил он пристальное внимание на форму слоев с характерной горизонтальной поверхностью напластований. Не ускользнули от его взгляда и особенности в расположении крупных тел внутри отдельных слоев. То, что нам кажется сейчас само собой разумеющимся и весьма примитивным, представляло во времена Стенона крупное открытие, проливающее свет на структуру земных напластований. До этого такие наблюдения почти вовсе отсутствовали в литературе. Далее Стенон отмечает разницу между осадочными слоями и минеральными корками: «Хотя между образованием корки и процессом осаждения существует большая близость, однако эти процессы легко различимы, потому что верхняя поверхность корок параллельна нижней их поверхности (какой бы она ни была шероховатой от различных больших выступов), между тем как верхняя поверхность осадков параллельна горизонту или весьма слабо от него отличается».¹⁹ Здесь впервые четко намечается основное положение, касающееся поверхности слоя и неоднократно повторяющееся в дальнейшем тексте: поверхность образовавшегося на месте и не нарушенного впоследствии слоя должна быть горизонтальной.

Затем Стенон формулирует ряд тезисов относительно вещества слоев, времени и места их образования. Первый из этих тезисов носит на себе явный отпечаток взглядов того времени, связанных с библейскими преданиями. Приведем его текст: «Если в каменистом слое все частицы имеют одну и ту же природу и притом даже являются весьма тонкими, то нет основания отрицать, что этот слой образовался в эпоху творения из жидкости, которая в то время все покрывала».²⁰ Здесь, ко-

¹⁸ Там же, стр. 29.

¹⁹ Там же.

²⁰ Там же.

нечно, нашла свое отражение библейская легенда о сотворении мира: «И тьма верху бездны, и дух божий пошашеся верху воды... И рече бог: да будет твердь посреде воды... И собралася вода, яже под небесем, в собрания едино, да и явилася суша...».

Помимо упоминания об «эпохе творения», Стенон ссылается и на Р. Декарта, объяснявшего аналогичным образом происхождение земных слоев. Сейчас нам совершенно ясна ошибочность приведенного тезиса: ведь согласно ему к «первозданным породам» должны относиться все мелкообломочные осадочные породы в виде песков, глин и др., состоящие из однородных минеральных частиц. Несмотря на бросающуюся в глаза неправильность такого утверждения, оно оказало существенное влияние на взгляды позднейших ученых и держалось вплоть до начала XIX столетия. В этом отношении Стенон можно назвать родоначальником школы «нептунистов». Наиболее ярко выраженное развитие этих взглядов мы находим в трудах жившего на столетие позже знаменитого немецкого минералога и геолога А. Г. Вернера (1749—1817).²¹ Однако, как будет показано ниже, Стенон выгодно отличался от позднейших геологов-нептунистов тем, что признавал существенную роль вулканизма в процессах горообразования. Второй тезис намечает разницу между «первичными» (по Стенону) и вторичными слоями: «Если в определенном слое находятся обломки другого слоя или части животных и растений, то, несомненно, его не следует причислять к слоям, которые в эпоху творения осели из первичной жидкости».²² Вычеркнув «первичную жидкость», мы найдем в этом тезисе полезный рецепт определения относительного возраста слоев по заключенным в них обломкам пород и окаменелостям.

Полностью приемлем для нас и третий тезис: «Если в определенном слое обнаруживаем следы морской соли, панцыри морских животных, обломки кораблей и вещество, подобное морскому дну, то несомненно в этом месте в некую эпоху было море...».²³ Как видим, Стенон не прибегает здесь к мистическим толкованиям о таинствен-

²¹ И. И. Шафрановский. А. Г. Вернер — знаменитый минералог и геолог. Л., изд-во «Наука», 1968.

²² Н. Стенон. 1957, стр. 29.

²³ Там же, стр. 29, 30.

ной «пластической силе», формирующей подобия морских животных, а, подобно Леонардо да Винчи, объясняет их наличие перемещением моря.

Таким же здравомыслием отличаются и следующие два тезиса (четвертый и пятый): «Если в определенном слое находим большое количество тростника, травы, коряг, сучьев и тому подобных предметов, то с полным правом можно заподозрить, что упомянутые предметы были туда привнесены наводнением реки или горного потока... Если в определенном слое присутствует уголь, зола, пемза, асфальт и обожженные тела, то несомненно по соседству с жидкостью был пожар...».²⁴ Обращаем внимание читателя на полное отсутствие путаных и фантастических вымыслов в приведенных тезисах. Все здесь совершенно ясно, правдоподобно и реально. Единственным исключением является ссылка на «первичную жидкость», связанную, по мнению Стенона, с эпохой творения.

Большой интерес представляют два следующих тезиса (шестой и седьмой), помогающих расшифровать природные условия образования осадочных пластов: «Если в одном и том же месте вещество всех слоев будет одно и то же, то несомненно, что жидкость, их отложившая, не произошла из различных жидкостей, слившихся в разное время из разных мест... Если в одном и том же месте вещество слоев неодинаково или если разного свойства жидкости стеклись туда в разное время и из различных мест... или же если в одном и том же осадке оказались вещества различной тяжести, то из этого следует, что самые тяжелые осаждаются сначала, а самые легкие потом...».²⁵ По справедливому замечанию чл.-корр. АН СССР В. В. Белоусова, «в тезисе Стенона о „жидкостях одинакового и разного состава, приносящих одинаковый или различный материал“, содержится начало учения о типах или фациях осадков».²⁶

Последний, восьмой тезис, касающийся вещества слоев, упоминает о каменистых слоях, связывая их образование с «камнеобразующими водами». Этот пункт с современной точки зрения, конечно, требует существенных оговорок и дополнений.

²⁴ Там же.

²⁵ Там же, стр. 30.

²⁶ Там же, стр. 81.

Закончив рассмотрение вопроса о веществе слоев, Стенон переходит к разбору вопроса об особенностях их местоположения. Сделанные им выводы, особенно высоко расцениваемые современными историками геологии, сформулированы в виде четырех нижеследующих тезисов:

1. Во время образования какого-либо слоя под ним находилось другое тело, которое препятствовало дальнейшему опусканию порошкообразного вещества...
2. Во время образования одного из верхних слоев нижний слой уже приобрел твердую консистенцию.
3. Во время образования какого-нибудь слоя он был ограничен сбоку другим твердым телом или же покрывал весь земной шар. Отсюда следует также, что всюду, где заметны обнаженные куски слоев, можно найти их продолжение или открыть другое твердое тело, которое остановило вещество этих самых слоев и помешало ему течь и распространяться.
4. Во время образования какого-либо слоя лежащее наверху его вещество было целиком жидким, и, следовательно, при образовании самого нижнего слоя ни одного из верхних слоев еще не существовало». ²⁷

Прежде чем приводить оценку этих важнейших тезисов с позиций современной науки, необходимо процитировать логически вытекающий из них замечательный вывод Стенона, определяющий форму слоя: «Что касается формы, то, очевидно, во время образования любого слоя его нижняя и боковые поверхности соответствовали поверхностям нижних и боковых тел; но его верхняя поверхность обычно была параллельна горизонту, и, следовательно, все слои, кроме нижнего, содержались между двумя плоскостями, параллельными горизонту. Отсюда следует, что слои, перпендикулярные к горизонту либо наклоненные к нему, в другую эпоху были параллельны этому горизонту». ²⁸

Для того чтобы дать понятие о значении и важности этих стеноновских обобщений, приведем их характеристику, принадлежащую перу В. В. Белоусова: «Самым

²⁷ Там же, стр. 30, 31.

²⁸ Там же, стр. 31.

замечательным местом сочинения Стенона являются, несомненно, те тезисы, в которых говорится о форме слоев и условиях их залегания. Эти тезисы сводятся, в сущности, к установлению двух закономерностей: об ограниченности каждого слоя двумя параллельными поверхностями, имеющими первоначально горизонтальное положение, и о протяженности слоя.

«Нетрудно убедиться в том, что именно на этих двух положениях, которые кажутся теперь столь очевидными, основывается вся современная методика изучения геологической структуры земной коры. Без представления о первоначальном горизонтальном залегании слоя и о том, что каждый слой имеет значительную протяженность по площади, было бы совершенно невозможно разобраться в тех сложных структурных взаимоотношениях слоев, которые наблюдаются в земной коре, было бы невозможно составление геологических карт.

Известно, что в основе составления геологической карты лежит постоянно оправдываемое практикой представление о том, что слой не обрывается там, где он скрывается от наших глаз под поверхностью земли, и что он продолжается под землей от одного обнажения к другому».²⁹

Приведенный отзыв дает четкое понятие о важнейших достижениях Стенона в области структурной геологии и о двух открытых им основных закономерностях, относящихся к геометрии слоя.

Закончив описание слоев, находящихся в ненарушенном положении, Стенон переходит к вопросу о наблюдающихся изменениях в их расположении. Причины таких изменений он связывает с воздействием огня или воды: «Ибо подобно тому, как вода, растворяя вещество Земли, уносит его в пологие места... так и огонь, разрушающий все твердые тела на своем пути, не только устраняет наиболее легкие частицы, но иногда извергает и самые тяжелые массы. От этого на поверхности Земли образуются пропасти, каналы и долины, а в недрах ее — подземные ходы и пустоты».³⁰ Учитывая сказанное, Стенон приходит к выводу, что слои Земли «могут изменять свое положение двумя способами». Первый способ заключается в том,

²⁹ Там же, стр. 81.

³⁰ Там же, стр. 31.

что «слои подвергаются сильным сотрясениям от внезапного возгорания подземных испарений или от сильного выделения воздуха...».³¹ При этом «землистое вещество» рассеивается в порошок, а «каменистое вещество» раскалывается на мелкие камешки и обломки. Второй способ состоит в обвале или разрушении верхних слоев в связи с удалением вещества из нижележащего слоя или основания. В результате «одни из этих слоев остаются параллельными горизонту, другие становятся перпендикулярными, большинство образует с ним косые углы, некоторые же, состоящие из вязкого вещества, сгибаются в дугу».³²

Заканчивая главу «О слоях земных», Стенон подчеркивает, что «изменение положения слоев облегчает объяснение различных довольно трудных проблем. Тем самым можно отдать себе отчет относительно неровностей поверхности Земли (которые возбудили ряд споров), таких, например, как горы, долины, резервуары верхних вод, равнины как на возвышенностях, так и в низменностях».³³

Как видим, исходя из своих же основных положений о первоначальной горизонтальности слоев и их протяженности, а затем принимая во внимание их отклонения и изломы, Стенон закладывает основы будущей стратиграфии, изучающей последовательность залегания и взаимоотношение геологических слоев и толщ, и геотектоники, выявляющей движения земной коры и формы залегания горных пород. В вопросах, касающихся структуры земной коры, Стенон был подлинным пионером, так как до него какие-либо наблюдения в данной области вовсе отсутствовали. Мало того, он далеко опередил свое время, так как через сто лет после него, в конце XVIII в., ученые школы Вернера считали, что наклонные и изогнутые слои находились в таком состоянии с самого начала своего образования.

Следующая глава стеноновского трактата рассматривает «Происхождение гор». В ней, основываясь на сформулированных ранее положениях, ученый знакомит читателя со своими взглядами на образование горных громад. Основной причиной их происхождения он считает прежде

³¹ Там же.

³² Там же, стр. 32.

³³ Там же.

всего «изменившееся положение слоев». В качестве доказательства им приводится ряд доводов, подтверждающих такой вывод. Прежде всего он упоминает об огромных плоскостях, находящихся иногда на вершинах гор. Затем отмечается наличие в горах горизонтальных слоев. Вместе с тем от боковых частей горных образований отходят слои, различно наклоненные к горизонту. Кроме того, на склонах гор наблюдаются обломанные слои, а у подошвы гор находятся куски сломанных пород. Что же заставило слои изменить свое положение? Отвечая на этот вопрос, Стенон указывает, что «в самых каменистых горах или по соседству с ними наблюдаются очевидные признаки подземных огней, подобно тому, как вокруг холмов, состоящих из землистых слоев, часто находят воды». Итак, вода и огонь — вот то, что прежде всего нарушает положение слоев и порождает нагромождение горных громад.

Далее Стенон обращает внимание на вулканические явления: «Горообразование может происходить и другим способом, а именно, под действием подземного огня, извергающего на поверхность золу, камни с серой и смолой, или вследствие мощного напора дождей и потоков, которые увлекают каменистые и земляные слои».³⁴

Из приведенной цитаты видно, что Стенон учитывал роль вулканических явлений в горообразовании, хотя и сводил эту роль к деятельности подземных пожаров. Следовательно, нельзя безоговорочно считать его подлинным родоначальником будущих нептунистов. Он подходил к природе не так односторонне и предвзято, как они, а учитывал разнообразие геологических явлений, связанных как с водой, так и с огнем.

Отметив влияние воды и огня на образование гор, ученый пришел к выводу о существовании двух различных видов гор. Этот важный вывод сформулирован им так: «Отсюда следует, что имеется два основных вида гор и холмов. Первый состоит из слоев, которые бывают двух видов, в зависимости от того, что преобладает — каменистые слои или землистые; второй включает обломки слоев и отдельные части, нагроможденные без всякого порядка».³⁵

³⁴ Там же, стр. 33.

³⁵ Там же.

Подводя итоги всему сказанному, Стенон формулирует общие положения, касающиеся горных образований: «1) Все теперешние горы не существовали от начала мира; 2) горы не растут, как растения; 3) камни гор не имеют ничего общего с костями животных...».³⁶

Первое из этих утверждений, целиком согласное с нашими воззрениями, отличалось в свое время чрезвычайной смелостью. Как увидим дальше, оно напоминает позднейшие высказывания Ломоносова.³⁷ Второй и третий выводы возвращают нас в XVII в., когда надо было доказывать, что горы растут не за счет «внутренних соков», подобно растениям, и что они не соответствуют костям животных.

Несколько спорный характер даже и сейчас носит следующий тезис: «Утверждение, что венцы или цепи гор (как некоторые любят их называть) направлены соответственно известным поясам Земли, не согласно ни с опытом, ни с теорией».³⁸ По-видимому, Стенон полемизирует здесь с А. Кирхером, писавшим о геометричности расположения гор и различавшим широтные и долготные группы горных цепей. Выше приводилась цитата из сочинения Б. Л. Личкова, давшего высокую оценку обобщению Кирхера (стр. 34).

Среди геологов до самого последнего времени прочно держалось мнение, высказанное Стеноном, о преимущественно беспорядочном расположении горных цепей. Лишь недавно стали раздаваться голоса в пользу обобщения Кирхера. Сторонником последнего был, как мы видели, замечательный советский геолог Б. Л. Личков. Приведем еще одну цитату из его последней книги, где он четко утверждает свое мнение: «Господствующее пока в геологии мнение о полной беспорядочности расположения на Земле горных цепей, так называемых складчатых, а по существу ступенчатых (глыбовых) гор является, несомненно, совершенно неправильным. На самом деле горы для каждой геологической эпохи размещаются на поверхности планеты в определенном порядке».³⁹ Ду-

³⁶ Там же.

³⁷ М. В. Ломоносов. Полн. собр. соч., т. 5. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1954, стр. 574, 575.

³⁸ Н. Стенон. 1957, стр. 33.

³⁹ Б. Л. Личков. К основам современной теории Земли. Изд-во Ленингр. ун-та, 1965, стр. 58.

мается, что отмеченные разногласия среди геологов объясняются некоторым недоразумением. А. Кирхер и Б. Л. Личков имели в виду широкие обобщающие схемы глобального характера, тогда как Н. Стенон и его последователи, будучи прежде всего скрупулезными наблюдателями природных явлений, имели в виду расположение гор на сравнительно небольших участках земной поверхности. Во всяком случае, примечательно то, что обобщение Стенона дожило до нашего времени и до сих пор вызывает полемические выступления.

Глава о происхождении гор заканчивается тезисом, утверждающим бурную динамику горообразовательных процессов, протекающих и в настоящее время: «Возможно, что горы опрокидывались и поля переносились с одной стороны на другую через середину большой дороги; вершины гор поднимались и подвергались сжатию; земля разверзалась и затем снова смыкалась; происходили и другие явления подобного рода, считаемые в истории баснями теми учеными, которые стремятся не быть легковерными».⁴⁰

Следующая глава рассматривает «Пути истечения вещей из глубины Земли». Здесь Стенон пишет о том, что изменения в положении слоев образуют проходы для подземных вод, воздуха и газов («зловонных испарений, горячих или холодных продуктов сгорания»).⁴¹ Образовавшиеся после их выхода пустоты вызывают провалы отдельных участков земной поверхности: «Целые поля с деревьями и домами постепенно оседают или поглощаются Землей. В силу таких явлений на месте некогда существовавших городов появляются огромные озера».⁴²

Изменение положения слоев, по мнению Стенона, является также причиной образования разнородных цветных камней и минералов. (Посвященная им глава носит название: «Происхождение различного цвета камней и вместилища минералов»). Ученый обращает внимание на то, что «цветные камни» и другие минералы находятся «в местах стыка или в промежутках между верхними и нижними слоями после опускания последних или же в местах, оставшихся пустыми вслед-

⁴⁰ Н. Стенон. 1957, стр. 33—34.

⁴¹ Там же, стр. 34.

⁴² Там же, стр. 35.

ствие растворения содержащихся там тел».⁴³ Вспоминая месторождения типа «хрустальных погребов», жильных полостей и т. д., мы с известными оговорками принимаем приведенный тезис.

Далее Стенон формулирует вывод, согласно которому «большинство минералов, добываемых людьми, не существовало от начала мира».⁴⁴ Этот вывод снова напоминает нам Ломоносова, отрицавшего, что «горы, доли, воды и разные роды минералов произошли со всем светом» (см. стр. 164).

Существенное значение имеет и практически важный вывод: «Путем исследования окружающих камней можно раскрыть много таких фактов, которые напрасно пытались обнаружить на основании исследования самих минералов».⁴⁵ Очевидно, это одно из самых первых по времени указаний на необходимость изучать парагенезис минералов, играющий столь важную роль в современной минералогии (парагенезис — совместное нахождение генетически связанных между собой минералов).

Заканчивая текст, относящийся к земным слоям, Стенон объясняет читателю, почему в своем сочинении «О твердом, естественно содержащемся в твердом» он уделил так много внимания этим слоям: «Я решил эти выше приведенные рассуждения о слоях земли разобрать более внимательно как потому, что сами эти слои являются твердыми телами, естественно заключенными в твердых, так и потому, что в них заключаются почти все те тела, которые явились предметом предположенного исследования».⁴⁶ К упомянутым телам относятся кристаллы минералов, подробно рассмотренные нами в главе о кристаллографо-минералогических открытиях Стенона (стр. 68), а также раковины моллюсков, окаменевшие остатки животных и ископаемые растения, к которым мы обратимся в следующей, шестой главе (стр. 125).

Пример практического использования им же открытых закономерностей, касающихся земных пластов, Стенон привел в последней главе своего трактата, в которой описываются «различные изменения, произошедшие в Тоскане».

⁴³ Там же.

⁴⁴ Там же.

⁴⁵ Там же.

⁴⁶ Там же, стр. 36.

В результате изучения последовательности напластований в области Тосканы Стенон пришел к заключению, что эта местность пережила шесть геологических этапов (рис. 12).

Первый этап соответствует тому первозданному времени, когда вся поверхность Земли была покрыта водой. В первичных породах, оседавших из этой воды, вовсе нет ископаемых органических остатков. Во время второго этапа вода просочилась в земные глубины, поверхность Земли высохла, а в ее недрах в результате деятельности подземной воды и огня образовались огромные пустоты. Третий этап характеризуется тем, что слои, находившиеся над пустотами, обрушились, приняв различные наклонные положения. В связи с этим на поверхности Земли возникли неровности, образовались горы. Во время четвертого этапа общий потоп покрыл всю страну. При этом отложились слои с остатками окаменевших организмов. Эти новые горизонтальные слои легли несогласно с подстилающими слоями, расположение которых было нарушено в течение предыдущего этапа. По мнению Стенона, потоп был результатом значительного увеличения количества воды в море, вызванного подземными ключами и обильными ливнями. Во время пятого этапа Земля высыхает и вместе с тем усиленно размывается реками и подземными водами. Шестой и последний этап соответствует современному состоянию Тосканской области. В это время возникли наблюдающиеся ныне горы и долины. На наших глазах происходят новые обрушения слоев и создается нынешний рельеф страны. Схематические зарисовки, приложенные Стеноном, наглядно иллюстрируют установленные им положения. К сожалению, ученый не ограничился найденными данными. Он стремился согласовать их с Библией. Поэтому продолжительность всей геологической истории втискивается им в узкие рамки библейских 6000 лет, а четвертый этап, происходивший будто бы 4000 лет тому назад, связывается с пресловутым «всемирным потопом».

Приведем современную оценку попытки Стенона дать геологическую историю Тосканы. С этой целью процитируем отрывок из статьи В. В. Белоусова: «Эти схемы с современной точки зрения более чем примитивны. Но это была первая попытка, предпринятая в то время, когда единственным „достоверным“ этапом в истории

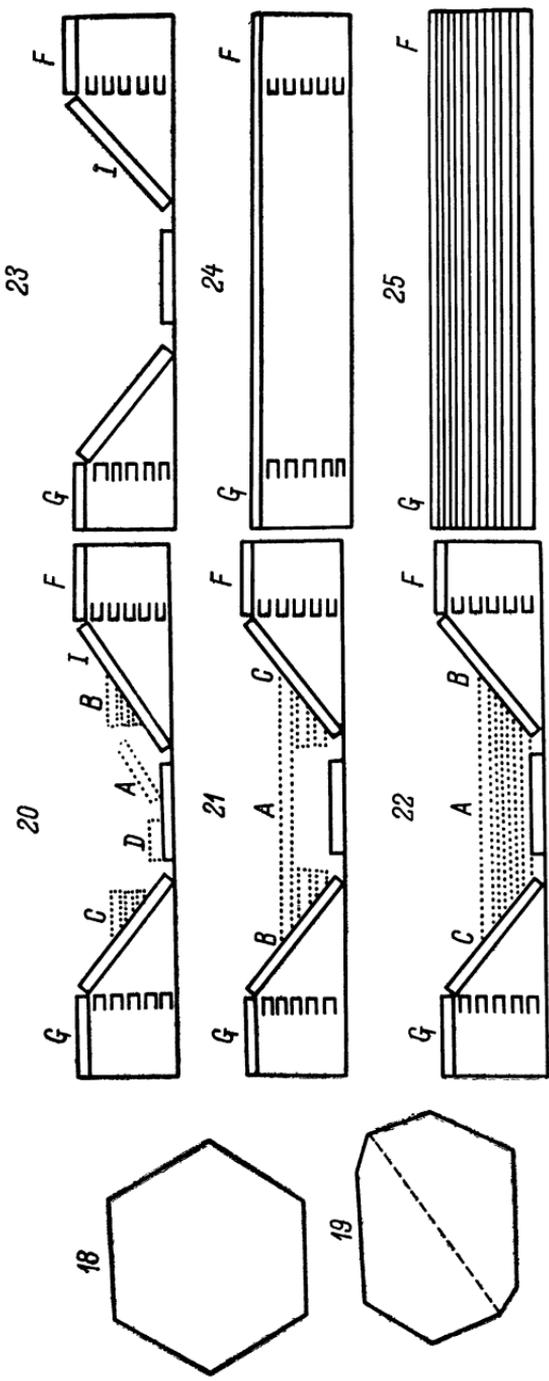


Рис. 12. Рисунки Н. Стенона, изображающие последовательные геологические этапы в истории Тосканы.

земной поверхности считался „всемирный потоп“, упоминаемый в Библии. Стенон, отдавая дань времени и давлению религиозных представлений, также пытался согласовать свои идеи с библейскими преданиями. Но он делал это без той слепой веры, которая была свойственна большинству авторов того времени; он подвергал эти предания критике, пытаясь их толковать, изменять и дополнять на основе того, что говорит сама „Природа“. Под последней он понимал данные непосредственных наблюдений... Двойственность геологических представлений Стенона носила для своего времени прогрессивный характер, поскольку элемент наблюдения у него явно преобладает над элементом умозрений».⁴⁷

Геологические идеи Стенона хотя и обратили на себя внимание современников, но по сути дела не были ими поняты. Впоследствии они на долгое время оказались забытыми.

Почти через сто лет после Стенона ряд его передовых идей был заново и вполне оригинально сформулирован М. В. Ломоносовым в сочинении «О слоях земных» (1763 г.). Подробнее вопрос о возможном знакомстве русского ученого с трудами его предшественника рассматривается в восьмой главе нашей книги.

В начале XIX столетия сочинение Н. Стенона было вновь открыто А. Гумбольдтом и Эли де Бомоном, который перевел геологические главы трактата с латинского на французский язык и опубликовал свой перевод в 1832 г. После этого открытия Стенона получили широкую известность среди геологов и вошли по праву в сокровищницу мировой науки.⁴⁸

В заключение необходимо отметить еще одну особенность стеноновских геологических обобщений, придающую им особый интерес, с нашей точки зрения. Мы уже знаем, что, следуя Декарту, Стенон стремился придать математическую направленность всем своим естественно-научным исследованиям, начиная от кристаллографических и кончая анатомо-физиологическими. Не представляет исключения в этом отношении и его геология. Так же как и в кристаллах, он обнаружил в толще земли геометрически правильные слои, растущие за счет отло-

⁴⁷ Там же, стр. 82—83.

⁴⁸ Д. И. Гордеев. История геологических наук, ч. I, 1967, стр. 147.

жения частиц, падающих из жидкости. Обнаружение слоев роста в кристаллических телах привело Стенона к открытию основного закона кристаллографии, наблюдения над земными слоями позволили ему установить основные закономерности стратиграфии и геотектоники.

Вводя в геологию строго математический, геометрический подход, великий ученый далеко опередил науку своего времени. Ведь внедрение математических методов в геологию, математизация геологических знаний представляет одну из актуальнейших задач, стоящих на повестке сегодняшнего дня.⁴⁹ В этом отношении Стенон является не только основоположником старой классической геологии, а в известной мере может рассматриваться и как ранний предшественник возникающей на наших глазах математической геологии — геологии будущего.⁵⁰

⁴⁹ См. кн.: Вопросы математической геологии. Л., изд-во «Наука», 1968, стр. 7.

⁵⁰ Тезисы, опубликованные Стеноном в его трактате «О твердом...», не исчерпывают результатов его геологических изысканий. Как указывалось на стр. 44, сохранился каталог с краткими характеристиками собранных им минералогических и палеонтологических образцов. Кроме того, в форме писем он сообщил о своих наблюдениях в гротах Греста и Монкодено. По нашей просьбе советский гидрогеолог и спелеолог Н. Г. Паукер дал нижеследующую оценку упомянутым письмам: «В двух своих письмах Стенон рассматривает влияние температурного фактора земли и воздуха на подземные воды и образование ледяных сталактитов в пещерах-гротах. В первом случае он критикует различные представления о природе тепла, выносимого подземными источниками из земной коры, и приходит к правильному, вполне научному для того времени выводу о том, что это тепло подземные воды заимствуют из земных глубин, не исключая и того случая, когда местное повышение температуры воды связано с окислительными процессами при наличии серы и других минеральных ассоциаций в горных породах. Во втором письме Стенон сделал ряд важных наблюдений, согласно которым в различные периоды года образование ледяных сталактитов происходит с различной интенсивностью. Такие сталактиты образуются при движении холодного воздуха извне, что периодически отмечается в карстовых массивах. Подобные наблюдения проводятся и в настоящее время в различных карстовых районах мира и подтверждают представления Стенона, установленные им 300 лет тому назад. Следует подчеркнуть, что он впервые для своих исследований применил термометр. Следовательно, его выводы основаны не только на наблюдениях, но и на инструментальных данных, что характеризует его как вполне объективного научного исследователя». На основании сказанного можно заключить, что Стенон был также одним из первых исследователей деятельности подземных вод.

ЗАРОЖДЕНИЕ ПАЛЕОНТОЛОГИИ

Палеонтология — наука об ископаемых остатках организмов — стоит на границе между биологией и геологией. Она широко использует данные зоологии и сравнительной анатомии, без которых ее развитие было бы немислимым. В свою очередь без помощи палеонтологии не могла бы существовать историческая геология, так как изучение вымерших организмов дает возможность устанавливать возраст содержащих их отложений и тем самым определять последовательность залегания слоев и толщ соответственных горных пород.

Как самостоятельная наука, палеонтология начала сформироваться лишь в конце XVIII в. Само ее название появилось в начале XIX столетия и было одновременно предложено профессором натуральной истории Московского университета Г. И. Фишером фон Вальдгеймом (1771—1853) и французским зоологом А. Дюкротэ-де-Бленвилем (1778—1850).¹ Однако задолго до этого уже накапливался богатейший палеонтологический материал, велись горячие споры относительно природы ископаемых организмов, строились гипотезы — как соответствующие действительности, так и сугубо фантастические.

Древнегреческие и римские натуралисты, описывая окаменевшие остатки, близкие к ныне живущим формам, отождествляли естественным образом те и другие, называя ископаемые организмы «рыбами», «устрицами», «морскими ежами» и т. п. Обнаруживая остатки неиз-

¹ Геологический словарь, т. II. М., Госгеолтехиздат, 1955, стр. 116.

вестных им вымерших организмов, они их относили к телам невыясненного происхождения и именовали по сходству со знакомыми предметами. Так появились названия «аммонитов», «белемнитов» и др. («Аммон» — греческое имя египетского божества Амун-Ра, изображавшегося с рогами горного барана; форма раковин аммонитов напоминает такие рога. «Белемнос» — громовая стрела; удлиненные белемниты имеют сходство с каменными наконечниками стрел).

В дальнейшем развитие описательной зоологии и знакомство с современным органическим миром привело ученых к убеждению, что такой мир существовал неизменным с самого своего возникновения и что иных его представителей, кроме ныне живущих, быть не могло.

В связи с подобными взглядами окаменелости стали рассматривать как «монстрозитеты» (уродства) или курьезные «игрушки», созданные по прихоти природных сил. Для их научного истолкования одни прибегали к «творческой и пластической силе» Земли, порождающей в недрах причудливые и загадочные формы, другие ссылались на теорию «самопроизвольного зарождения», третьи призывали на помощь таинственное влияние звезд. Наконец, самые простодушные верили в то, что загадочные каменные образования связаны попросту с нечистой силой. (Здесь уместно отметить, что в прошлом русские крестьяне называли некоторые окаменелости «чертовыми»: белемниты — «чертовы пальцы», устрицы — «чертовы ладошки», зубы скатов и некоторых костистых рыб — «чертовы зубы»²).

Наряду с учеными-фантастами, измышлявшими сверхъестественные теории происхождения окаменелостей, существовали и более трезво настроенные натуралисты, придерживавшиеся «естественного» направления в этом вопросе. Они считали окаменелости остатками действительно живших организмов. Однако большинство из них ссылались при этом на «всемирный потоп», уничтоживший будто бы бесчисленное множество наземных и морских животных. Их остатки долгие века лежали по-

² В. В. Богачев. Игра природы и творческая сила Земли. Взгляды на происхождение окаменелостей в древности, в средние века и в XVIII столетии. Сб. Учено-литературного Общества при имп. Юрьевском университете, 1911, стр. 84.

гребенными под песком и илом и наконец превратились в окаменелости.

Библейское сказание о потопе длительное время оставалось незабываемым в науке. Мы уже знаем, что и Стенон не обошелся без него в своих геологических обобщениях. Значительно позднее оно не раз вводило в заблуждение ученых. Так, например, швейцарский естествоиспытатель И. Я. Шейхцер (1672—1733) принял большую окаменевшую саламандру за «грешника, погибшего во время всемирного потопа».³ Лишь немногие натуралисты решались обойтись без пресловутого «потопа», принимая во внимание постепенные и непрерывные изменения суши и моря. Мы уже знаем, что одним из основоположников такого правильного подхода являлся гениальный Леонардо да Винчи.

Обратимся теперь к трудам Н. Стенона и попытаемся выявить его роль в становлении науки об ископаемых организмах — будущей палеонтологии.

Прежде всего вспомним о его блестящем открытии, касающемся одновременно зоологии и палеонтологии, уже описанном нами вкратце в одной из биографических глав (стр. 37). Анатомируя голову гигантской акулы («морского пса»), Стенон обнаружил весьма поразившее его явление, а именно — замечательное сходство между зубами этой акулы и странными «треугольными камнями», прозванными «каменными языками» (*glossopetrae*). Найденное сходство привело ученого к заключению, что «каменные языки» являются ископаемыми зубами акул (рис. 13). На основании этого открытия он пришел к основополагающему выводу о происхождении окаменелостей из остатков вымершей фауны. Результаты своего исследования Стенон изложил в сочинении об анатомии головы акулы (*Canis Carchariae dissectum caput*. 1667). В этом труде содержится первый набросок плана его будущих геолого-минералогических работ.

Свои предварительные выводы относительно окаменелостей Стенон сформулировал в замечаниях «О телах, извлеченных из Земли и похожих на части животных». Приведем несколько сокращенный пересказ этих положений: «По-видимому, Земля, откуда извлекаются дан-

³ Б. Ружичка, К. Диттлер. О чем рассказывают окаменелости. М., изд-во «Наука», 1964, стр. 26.

ные тела, не производит их сегодня: рыхлые породы скорее склонны их разрушать, чем образовывать, а плотные породы препятствуют их развитию. Кажется, что породы еще не были сплошными, когда данные тела уже сформировались. Эти породы, должно быть, осадились из воды. Ничто не мешает думать, что данные тела являются остатками животных, живших в этих водах. Мало того,

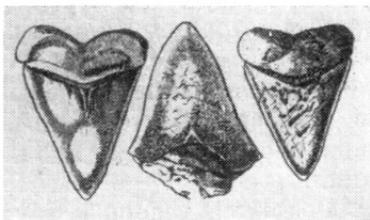
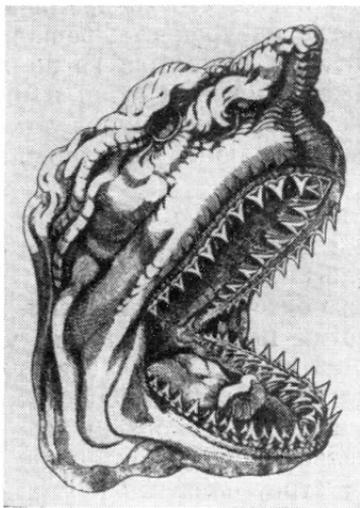


Рис. 13. Рисунки Н. Стенона, изображающие голову акулы и сходные с ее зубами «треугольные камни» (глоссопеты).

их формы в точности соответствуют формам живых существ, а сходство их строения наводит на вывод о сходстве их происхождения. Можно предвидеть возражение, что вещество данных тел не одинаково с веществом живых существ: оно каменистое и тяжелое или „известковистое“ и легкое. Ответ на это возражение следующий: твердые части животных состоят из летучих и твердых элементов. После исчезновения летучих твердые сохраняют форму вышеупомянутых частей. Таким образом, например, когда держат кость над огнем или когда обжигают олений рог в горниле, кость или рог сохраняет свою форму, но становится более легким. Возможно, что поры, возникшие после исчезновения летучих элементов, заполняются минеральным веществом при затвердевании осадков.

«Из этих предположений следует, что ни в земле, откуда извлекаются данные тела, ни в них самих мы не находим доводов, которые помешали бы нам думать, что эти тела в самом деле являются остатками животных».⁴

Двумя годами позднее Стенон представил дальнейшее развитие этих основных положений в уже хорошо известном нам трактате «О твердом...». Свои палеонтологические открытия он объединил в трех небольших главах («Раковины моллюсков», «Другие части животных», «Ископаемые растения»). Первая из этих глав открывается словами, объясняющими, почему именно ископаемые раковины оказались включенными в текст трактата: «Среди твердых тел, естественно заключенных в твердом, часто встречаются и вызывают много спорных вопросов раковины моллюсков. Поэтому я буду рассуждать о них несколько подробнее, причем сначала рассмотрю раковины, добытые в море, а затем — найденные при горных раскопках».⁵ Как видим, Стенон, будучи твердо убежденным в органическом происхождении ископаемых раковин, прежде всего прибегает к тщательному исследованию ныне живущих морских моллюсков, а затем сравнивает последние с ископаемыми раковинами. Таким образом, в основу своих палеонтологических изысканий он кладет зоологические данные.

По этому поводу Р. Роме, автор статьи о Стеноне-палеонтологе, справедливо высказывает следующее суждение: «Принятая Стеноном последовательность изучения является в наши дни классической. Мы ищем у ныне живущих существ то, что помогает внести ясность в вопрос о сложении ископаемых организмов. Такой подход позволяет предположительно увязать последние с ныне существующими родами и видами».⁶

Обратившись к раковинам современных морских моллюсков, Стенон самым тщательным образом описывает детали их строения, формы и окраски. Попутно ученый затрагивает вопрос об образовании внутри раковин жем-

⁴ R. Rome. Nicolas Stenon paléontologiste. In: G. Scherz. Nicolaus Steno and his Indice. Munksgaard—Kopenhagen, 1958, S. 93—94.

⁵ Н. Стенон. О твердом, естественно содержащемся в твердом. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1957, стр. 48 (в дальнейшем: Н. Стенон. 1957).

⁶ R. Rome. Nicolas Stenon paleontologiste, S. 94.

чужин. Следующая фраза показывает, как скрупулезно и детально изучил он эти сложные образования: «Я не стану отрицать возможность искусственного создания жемчужин из разных раковин, но считаю делом весьма трудным расположить в необходимом порядке те же самые волокнистые скорлупки, состоящие из ряда взаимно противоположных волокон, от чего и зависит природный блеск жемчужин».⁷ В другом месте той же главы Стенон замечает, что необходимо пользоваться микроскопом при изучении мелких деталей («Крошечные яйца и завитые раковины нужно рассматривать глазом, вооруженным микроскопом»)⁸. Очевидно, и наблюдения над строением жемчужин проводились им микроскопически.

После описания характерных особенностей современных морских раковин Стенон переходит к соответствующим ископаемым объектам. По его наблюдениям, «раковины, находимые в земле, можно отнести к трем родам».⁹ К первому роду относятся такие, которые ничем не отличаются от современных. Они, по словам самого Стенона, «похожи на только что описанные, как одно яйцо похоже на другое... На них наблюдаются все те особенности и детали, которые были найдены у современных морских раковин».¹⁰ Нет никакого сомнения в том, что они представляют остатки вымерших организмов: «Рассмотрение самих раковин показывает, что эти последние представляли части животных, некогда живших в жидкой среде...».¹¹

Второй род ископаемых раковин характеризуется так: «Ко второму роду принадлежат раковины, подобные только что описанным, но отличающиеся от них только цветом и весом».¹² Такие объекты, по мнению Стенона, представляют «не что иное, как окаменевшие, либо превратившиеся в известь раковины животных».¹³

Переходя к третьему роду ископаемых раковин, ученый пишет: «Третий род только по виду подобен описанным выше раковинам, в остальном же целиком от них

⁷ Н. Стенон. 1957, стр. 51.

⁸ Там же, стр. 54.

⁹ Там же, стр. 51.

¹⁰ Там же.

¹¹ Там же, стр. 52.

¹² Там же.

¹³ Там же.

отличен, так как у этих раковин не наблюдается ни створок, ни волокон и еще меньше разнообразия волокон. Из этих последних одни состоят из воздуха, другие — из камня черного или желтого цвета, третьи — из мрамора, четвертые — из кристалла (горного хрусталя), пятые — из иного вещества».

Сам Стенон так объясняет образование этих характерных окаменелостей: «Там, где проникающая сила соков растворила вещество раковины, эти соки либо поглощаются Землей и оставляют пустые пространства раковин (я называю такие раковины состоящими из воздуха), или эти соки изменяются от присоединения нового вещества и наполняют соответственно его разнообразным свойствам пустые пространства раковин кристаллами, мрамором и камнем. В результате этого возник один из самых красивых видов мрамора..., который является не чем иным, как морским осадком, полным всякого рода раковин. Вещество раковин уже совершенно уничтожилось и заменилось веществом каменным».¹⁴

Аналогичные три категории выделяются Стеноном и в отношении «других частей животных» — зубов и скелетов рыб, черепов и костей земных животных: «Все эти кости или совершенно похожи на части действительно существующих животных, отличаясь от них только весом и цветом, или же, кроме внешнего вида, не имеют ничего общего с ними».¹⁵

С исторической точки зрения любопытны замечания Стенона, касающиеся черепов, зубов и костей ископаемых гигантских животных. Возражая ученым, рассматривающим такие окаменелости как «игру природы», Стенон пишет: «Это то же самое, что приписывать природе образование действительно волокнистых костей и утверждать, что природа может произвести человеческую руку без самого человека».¹⁶ Вместе с тем, пытаясь объяснить необычайные размеры подобных костей, он прибегает и к весьма сомнительному аргументу: «Известно, что некогда существовали люди чудовищной величины».¹⁷ Однако тут же им вносится существенная оговорка к сказанному: «Весьма

¹⁴ Там же, стр. 52, 53.

¹⁵ Там же, стр. 54.

¹⁶ Там же, стр. 55.

¹⁷ Там же.

часто за человеческие принимают кости, принадлежащие животным».¹⁸

До сих пор сохранил свое значение довод Стенона в пользу возможности длительного сохранения в земле органических остатков. Эту возможность он связывает с природным составом вмещающих пород. Его мнение основано на собственных полевых наблюдениях. Он пишет: «Это обстоятельство целиком зависит от состава почвы, ибо я видел слои, состоящие из особого рода белой глины, которые растворяли все заключенные в них тела, вследствие тонкости их сока. Я наблюдал также много других песчаных слоев, которые целиком сохранили все тела, находившиеся в них».¹⁹ Нам остается лишь поражаться наблюдательности старинного ученого, а также отметить его изумительную способность обобщать свои наблюдения и делать правильные, далеко опередившие свое время выводы.

Из сказанного видно, что всем окаменевшим остаткам животных, несмотря даже на их необычные размеры и вид, Стенон неизменно приписывал органическое происхождение. В этом отношении он развивал взгляды, высказанные до него Леонардо да Винчи, и вместе с тем шел впереди многих ученых своего времени.

В отличие от точных наблюдений и детально обоснованных обобщений, сохранивших ценность и по сей день, смелая попытка ученого определить возраст ископаемых раковин представляет лишь чисто исторический интерес. В древнейшем итальянском городе Вольтерра Стенон обратил внимание на старинные стены, сложенные из ракушечника. Ему было известно, что Вольтерра существовала задолго до основания Рима, который насчитывал, по данным Стенона, свыше 2400 лет. Во время зарождения Рима Вольтерра уже являлась могущественным и цветущим центром, ей было по крайней мере несколько веков. Следовательно, ракушечный известняк, из которого древние жители Вольтерры складывали стены своих зданий, должен быть отнесен к весьма отдаленным эпохам. В этом отношении выводы Стенона оказались совершенно правильными. Однако дальше он вспоминает о библейском потопе и относит к нему окаменевшие раковины. В то

¹⁸ Там же.

¹⁹ Там же.

время считалось, что всемирный потоп произошел 4000 лет тому назад. Значит, заключает Стенон, и возраст ископаемых раковин соответствует этому именно сроку.

Здесь мы снова видим, как в интересные заключения, основанные на оригинальных наблюдениях, вклиниваются устарелые представления, почерпнутые из библии, и приводят ученого к наивным и ошибочным выводам.

Следует, однако, отметить, что и более поздние ученые долгое время заблуждались относительно длительности геологического времени, постепенно увеличивая сроки. Через сто с лишним лет после Стенона замечательный французский натуралист Ж. Л. Бюффон (1707—1788) высказал гипотезу, согласно которой возникновение жизни на нашей планете произошло 37 000 лет тому назад.²⁰ В прошлом столетии считали, что возраст геологических периодов соответствует миллионам лет. Теперь геологическое время характеризуется миллиардами лет, а возникновение жизни на Земле, по современным данным, произошло 3,5 миллиарда лет тому назад.²¹

Ошибочными оказались также выводы Стенона, касавшиеся костей мамонта, обнаруженных в долине Арно. Он их принял за кости слонов, погибших во время похода армии Ганнибала. Вместе с тем, изучив череп ископаемой лошади, ученый заметил его отличие от черепа современной лошади. Зоркий глаз замечательного анатома сразу же обнаружил трудно уловимую разницу.

Глава об ископаемых растениях открывается словами: «Сказанное о животных и их частях касается одинаково растений и частей ископаемых растений: и те и другие выкапывают из земных слоев, либо они бывают скрыты внутри каменистого вещества. Ведь они во всем подобны настоящим растениям и частям растений, какие находят весьма редко, или же отличаются от обычных растений по цвету и весу; иногда они превращены в уголь, или наполнены окаменелым соком, или же, наконец, только по форме соответствуют растениям, которые и теперь встречаются в большом количестве в разных местах».²² Как видим, и здесь Стенон различает те же три категории, которые были им выделены для ископаемых раковин

²⁰ И. И. Канаев. Жорж Луи Леклер де Бюффон. М.—Л., изд-во «Наука», 1966, стр. 72.

²¹ Там же.

²² Н. Стенон. 1957, стр. 57.

и животных остатков. Первые в точности соответствуют современным; вторые отличаются от них по цвету и весу; третьи напоминают растения только по внешней форме.

Относительно происхождения первых двух родов у Стенона не было колебаний: «Первые два рода растений, без сомнения, некогда были настоящими растениями, что доказывает их строение и подтверждается природными условиями местности, где они находятся».²³ В качестве убедительного довода ученый упоминает о найденном им окаменелом дереве: «Я сам извлек из земли обрубок дерева с сучьями и корой, указывающими на то, что это было растение, трещины которого наполнились минеральным соком».²⁴

Гораздо большая трудность возникает при изучении «третьего рода растений или отпечатков растений на камнях».²⁵ Дело в том, что в эту группу попали вместе с настоящими окаменелыми растениями также и кристаллические образования, внешне напоминающие растительность (так называемые «дендриты» и «кристаллические скелеты»). Стенон хорошо знал эти причудливые узорчатые формы. Он писал о них: «подобные отпечатки мы наблюдаем на снегу, на ртутиевом (ртутном) дереве, на летучей соли, на белом веществе, растворимом в воде, которое прирастает не только к стенкам стеклянных сосудов, но иногда поднимается с середины дна сосуда на свободный воздух».²⁶ Ученый справедливо полагал, что подобные кристаллические образования могут находиться и в природе. И действительно, нам хорошо известны напоминающие листья папоротника или узоры мха, дендритные кристаллы самородной меди, золота, серебра, окислов марганца и пр. Само собой разумеется, что такие «ложные растения» необходимо резко отграничить от окаменевших остатков подлинных представителей ископаемой флоры.

Заканчивая обзор палеонтологических открытий и обобщений Стенона, подчеркнем, что именно ему удалось впервые найти и суммировать фактические доказательства, логически приводящие к единственно правильному

²³ Там же.

²⁴ Там же.

²⁵ Там же, стр. 58.

²⁶ Там же.

выводу о принадлежности ископаемых остатков животных и растений к органическому миру, существовавшему в момент образования осадочных отложений и погребенному под ними.

Читателя палеонтологических глав трактата Стенона не может не поразить богатство собранных здесь наблюдений и логичность полученных выводов. За исключением нескольких (отмеченных выше) ошибочных высказываний, текст этих глав изумляет своей научной строгостью и точностью, необычной для сочинений натуралистов XVII в.

Резюмируя сказанное, мы с твердой уверенностью и полным правом можем причислить имя Стенона к именам наиболее выдающихся основоположников современной палеонтологии.

РАБОТЫ ПО АНАТОМИИ И ФИЗИОЛОГИИ

При жизни Н. Стенон прославился прежде всего как первоклассный анатом, сделавший ряд блестящих открытий. Обнаружение протока околоушной слюнной железы, носящего ныне его имя (*ductus parotideus — Stenonianus*), изучение механизма слезного аппарата, исследования лимфатической системы, описание строения мышц из продольных волокон, объяснение механического процесса мышечного сокращения, установление тождества яичника млекопитающих с яичником яйцекладущих животных и, наконец, знаменитая речь об анатомии мозга — все эти достижения прочно вошли в историю науки (рис. 14).¹ Мало того, они оказали в свое время существенное влияние на общий подход к изучению строения человеческого тела и на выводы философского характера, вытекавшие из такого подхода.

Напомним, что в то отдаленное время в медицинском мире еще держались устаревшие воззрения, опиравшиеся на высказывания Аристотеля (384—322 до н. э.), Гиппократ (ок. 460—377 до н. э.), Галена (ок. 130—200) и других представителей древней медицины. Лишь незадолго до того, как Стенон вступил на научное поприще, получило признание открытие законов кровообращения английским врачом У. Гарвеем (1578—1657).

Огромное влияние на развитие взглядов в области физиологии и анатомии оказали философские воззрения Рене Декарта. Труды последнего, как мы знаем, усердно

¹ П. И. Карузин. Словарь анатомических терминов. М.—Л., 1928.

и увлеченно штудировал Стенон в свои студенческие годы. Однако уже и тогда юный ученый далеко не во всем соглашался с прославленным французским философом.

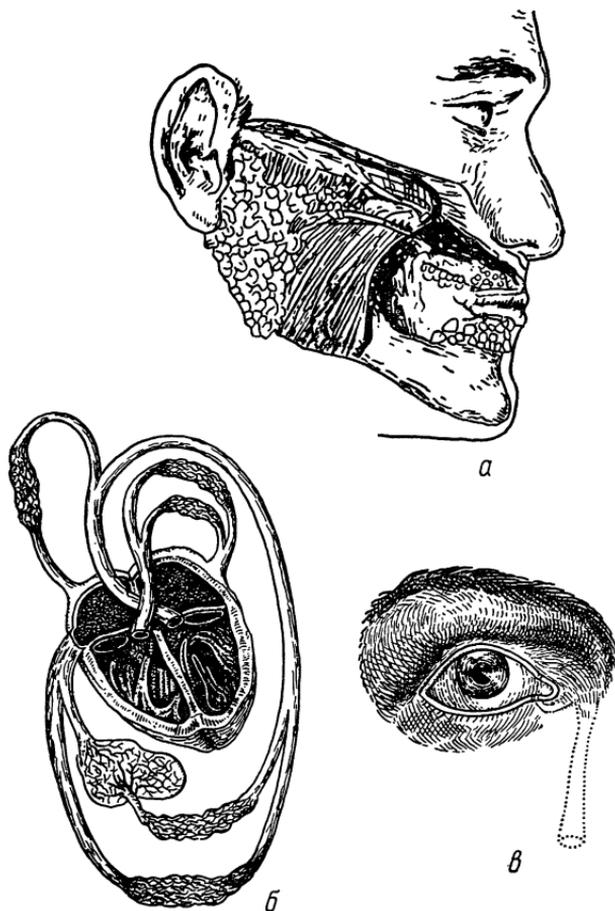


Рис. 14. Рисунки, изображающие важнейшие анатомические открытия Стенона.

a — проток околоушной слюнной железы (Стенонов проток); *b* — мускульная структура сердца; *c* — слезный аппарат. По Г. Шерцу.

Об этом свидетельствуют приводившиеся выше цитаты из его студенческого «Хаос-манускрипта» (стр. 13).

Известно, что в своих рассуждениях Декарт рассматривал природу как своеобразную машину. Такое же пред-

ставление он распространял и на животных и на самого человека (исключая сознательную деятельность последнего). О животных он писал: «Природа в них действует сообразно расположению их органов, подобно тому, как часы, состоящие только из колес и пружин, точнее показывают и измеряют время, чем мы со всем нашим разумом».²

Развивая свои взгляды, Декарт даже считал, что «если бы существовали такие машины, которые имели бы органы и внешний вид обезьяны или другого неразумного животного, то мы не имели бы никакого средства узнать, что они не той же природы, как эти животные».³

Эти выводы Декарта базировались, с одной стороны, на современных ему анатомических исследованиях, прежде всего на открытии системы кровообращения Гарвеем, а с другой — на данных механики, достигшей к тому времени выдающихся результатов. В своем «Рассуждении о методе» Декарт доказывает, что система кровообращения является автоматически действующим механизмом, не зависящим от сознания. С точки зрения «машинообразности» физиологических явлений трактуются им и другие формы жизнедеятельности. По поводу такого подхода советский исследователь философского учения Декарта — Т. И. Ойзерман — замечает: «Следствием этого явилось упрощенное и иногда даже фантастическое объяснение некоторых физиологических процессов, например того же кровообращения. Не имея представления о биохимическом процессе и специфическом, свойственном лишь живому организму, обмену белковых веществ, Декарт объясняет физиологические процессы различными механическими сочетаниями всех тех же пресловутых трех элементов — огня, воздуха и земли».⁴ Движущей силой кровообращения он считает некий «тончайший ветер», который, «как в высшей степени чистое и подвижное пламя, постоянно в большом количестве восходит от сердца к мозгу, а оттуда через нервы к мускулам и приводит члены в движение...».⁵

Несмотря на примитивность механистической трактовки живой природы, такой явно материалистический

² Р. Декарт. Рассуждение о методе. М., Изд-во АН СССР, 1953, стр. 438.

³ Там же.

⁴ Там же.

⁵ Там же.

подход в XVII в. имел безусловно прогрессивный характер, так как противостоял реакционным теологическим толкованиям природных явлений. Кроме того, «историческое значение картезианского представления о животных как простых машинах заключалось в том, что в нем впервые в истории содержится научная догадка о действительном, рефлекторном механизме, присущем живым существам».⁶ Именно эта догадка высоко ценилась великим русским физиологом И. П. Павловым. Он подчеркивал, что «идея детерминизма составляла для Декарта сущность понятия рефлекса, и отсюда вытекало представление Декарта о животном организме как о машине».⁷

Следует, однако, отметить, что взгляды французского философа не отличались строгой последовательностью и несли на себе резкий отпечаток дуализма. Материалистический подход к истолкованию жизненных процессов он ограничивал лишь такими движениями, которые, по его понятиям, не зависят от воли и мышления. Последнее же, он считал, связано с существованием «духовной субстанции» — души, независимой от тела.

Как видим, для философии Декарта характерно смешение революционного с традиционным. Мало того, его смелые передовые идеи нередко сочетались самым причудливым образом с фантастическими понятиями, почерпнутыми у древних авторитетов. Так, например, теорию кровообращения Гарвея он объединял с учением Аристотеля, согласно которому сердце является центром жизненного горения. По Гарвею работа сердца является причиной кровообращения, по Декарту же она представляется пассивным побочным явлением.

Студент Стенон жадно изучал сочинения Декарта и был увлечен передовым характером его идей и стройностью его системы. Этому, очевидно, способствовало и то, что известный профессор Копенгагенского университета — Эразм Бартолин — был горячим поклонником и пропагандистом учения французского философа.

Общее стремление Декарта свести все природные, в том числе и жизненные явления к механике и геометрии нашло в Стеноне своего убежденного сторонника и про-

⁶ Там же, стр. 439.

⁷ И. П. Павлов. Избранные произведения. М., Госполитиздат, 1951, стр. 381.

должателя. Об этом красноречиво свидетельствует характерное название его позднейшего большого трактата: «Опыт элементарной миологии (учения о мышцах) или геометрическое описание мускула» (1667). Вместе с тем, проводя свои опытные исследования, Стенон неоднократно убеждался в ошибочности и недостоверности отдельных умозаключений Декарта.⁸

Уже в ранней работе о механизме слезного аппарата, напечатанной в 1661 г., мы находим критические замечания, касающиеся высказываний знаменитого философа. По Декарту, «слезы образуются из паров, выходящих из глаз». В своем трактате Стенон энергично возражает против этого: «Эксперимент показывает совершенно иные пути».⁹ В «Опыте наблюдений над мускулами и железами» (1664) оспаривается мнение Декарта, согласно которому, как мы уже знаем, сердце является источником жизненного горения. Вот что пишет по этому поводу Стенон: «Сердце почиталось за вместилище внутреннего горения, за трон души, а некоторые даже считали его самой душой. Сердце величали, как солнце, как короля, а если ты хорошенько его исследуешь, то найдешь только один мускул».¹⁰

Перейдем к краткому хронологическому обзору важнейших трудов, открытий и достижений Стенона в области анатомии и физиологии.

Как известно, в апреле 1660 г. юный Стенсен сделал крупное анатомическое открытие, сразу же прославившее его имя в ученом мире. Им был обнаружен выводной проток околоушной слюнной железы, по которому слюна идет из околоушной железы в ротовую полость («проток Стенона»; рис. 15). О подробностях и обстоятельствах этого открытия мы узнаем из письма самого исследователя к его бывшему учителю — Томасу Бартолину (письмо было направлено из Лейдсена в Копенгаген, дата его написания — 22 апреля 1661 г.): «Год тому назад профессор Блазиус принял меня, как гостя. Прослушав в течение трех недель курс его лекций, я почувствовал неодолимое стремление заняться самому анатомическим материалом. Обратившись к знаменитому мужу,

⁸ A. Faller. Niels Stensen und der Cartesianismus. In: G. Scherz. Nicolaus Steno and his Indice. Munksgaard—Copenhagen, 1958, S. 140—166.

⁹ Там же, стр. 147.

¹⁰ Там же, стр. 149.

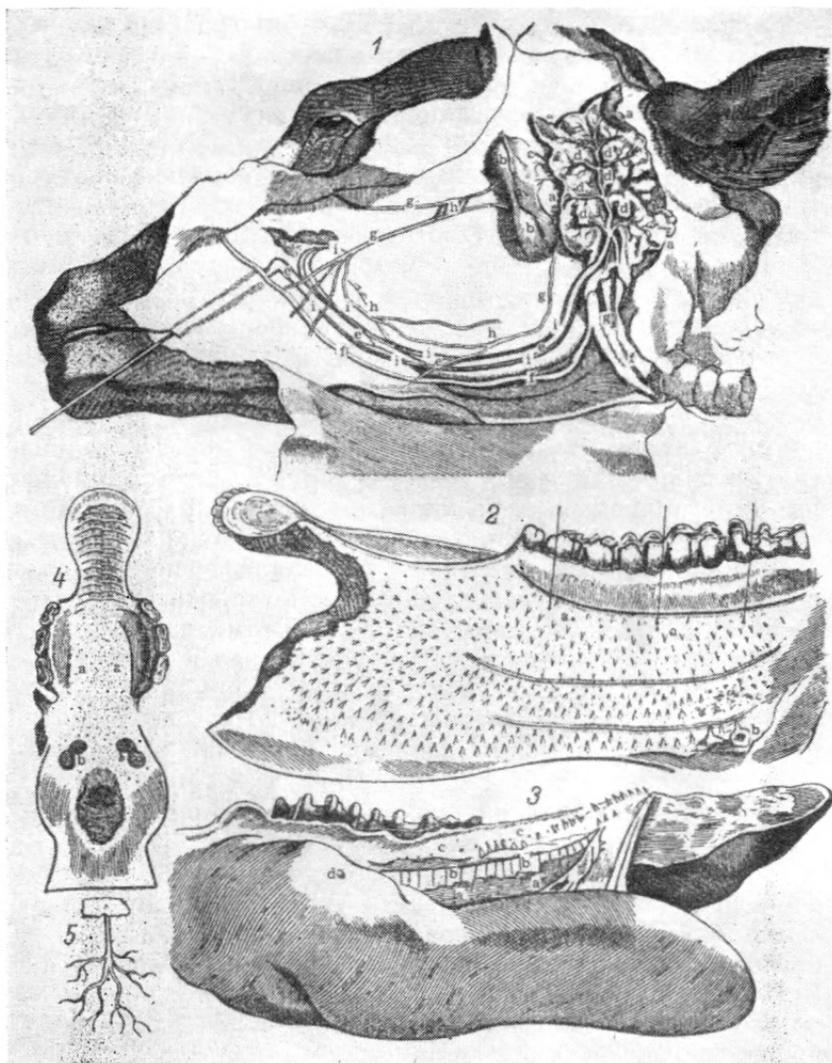


Рис. 15. Гравюра из диссертации Н. Стенона «Анатомическое исследование о железах полости рта. . .» (1661 г.) с изображением протока околоушной слюнной железы.

я попросил разрешения производить собственноручно вскрытия на том материале, который мне удастся самому достать. В скором времени мне настолько повезло, что на первой же голове овцы, купленной 7 апреля и самостоятельно отпрепарированной мной в учебной комнате, я нашел проток, который, насколько мне известно, еще никем не был описан. После удаления обычного наружного покрова я решил приняться за препарирование мозга, но тут мне пришла мысль исследовать сперва протоки, относящиеся к полости рта. Исследуя для этой цели вены и артерии, я почувствовал, что острие моего ножа больше не проходит между покровами, а свободно передвигается в полости, и вскоре я услышал, как железо ножа при дальнейшем продвижении звякнуло о зубы. Удивленный этим новым открытием, я позвал своего хозяина, чтобы выслушать его мнение. Он приписал звук прежде всего моему удару, а затем сослался на „игру природы“ и обратился к трудам Вартона.¹¹ Но и там он ничего не нашел. Так как недостаточно аккуратно отпрепарированные остатки не позволяли провести дальнейшее изучение, я решил еще раз повторить это исследование. Его удалось провести несколькими днями позже на голове собаки, хотя и не так удачно, как в первый раз.

«Имеется большое сходство в функции найденного протока с нижним слюнным протоком. Поэтому в тот же месяц я сообщил моему доброму приятелю, высокочтимому господину Якобу Генриху Паулли, о том, что мной, по-видимому, открыт маленький слюнной проток, и приложил к письму беглый набросок».

«Так как я опасался, что подобное открытие уже сделано до меня и что в этом деле уже имелись предшественники, я решил молчать до тех пор, пока мне не представится случай запросить знаменитого Сильвиуса.¹² Услышав об этом, он решил найти такой же проток на человеке. Ему удалось убедиться в этом несколько раз и продемонстрировать это зрителям».¹³

Сходно были изложены обстоятельства открытия и в выступлении Стенона на диспуте в Лейдене в июле

¹¹ Т. Вартон (1610—1673) — анатом, описавший систему всех известных тогда желез.

¹² Франц Сильвиус (1614—1672) — голландский анатом.

¹³ G. Scherz. Pionier der Wissenschaft Niels Stensen in seinen Schriften. Munksgaard, 1963, S. 50, 51.

1661 г. Как нам известно, первое открытие молодого ученого дало повод к длительной и тягостной дискуссии с его голландским наставником — проф. Блазиусом. Последний приписал себе открытие своего слушателя сперва устно, а затем и письменно в печатном труде «Общая медицина» (*Medicina Generalis*, 1661). Справедливость требует, однако, отметить, что двадцатью годами позже Блазиус воздал должное своему гениальному ученику, многократно ссылаясь на него в сочинении об анатомии животных.

Лейденский профессор Иоганн фон Хорст, также один из учителей юного Стенсена, впервые назвал новооткрытый проток «Протоком Стенона».

Все в том же 1661 г. неутомимый Нильс совершает интересные открытия, касающиеся слезного аппарата. В то время ученым уже были известны собственно слезные железы, находящиеся у края глазницы и выделяющие слезы. Однако истинная их роль оставалась невыясненной. Высшие авторитеты в области анатомии учили тогда, что слезы выжимаются из мозга в результате раздражения и выводятся наружу с помощью пустотелых нервов.

Стенон впервые дал ясную и точную картину выделения слез, основываясь на результатах своих тщательных и многочисленных опытов и наблюдений. При этом, однако, следует иметь в виду, что все свои вскрытия он проводил исключительно на трупах животных. После его исследований стало ясно, что слезы — это продукт действия слезных желез, который выделяется через слезный проток на поверхность глазного яблока. Созданная им концепция в основных чертах сохранилась и до сих пор.

В то же время в ряде небольших публикаций Стенон дал ясные и обобщающие понятия как об известных тогда железах вообще, так и о лимфатической системе. Несмотря на жалкое состояние микроскопии и химии того времени, ученому удалось сделать множество тончайших наблюдений и поразительных открытий. Его немногословные сочинения этих лет изобилуют новыми данными, относящимися к отдельным слюнным железам (околоушной, подчелюстной, подъязычной), потовым железам, слезному и Стенонову протокам, а также веществ-

вам, выделяемым железами (как, например, пот, молоко, спинномозговая жидкость и др.).

Приведем оценку этих работ, принадлежащую современному естествоиспытателю Х. П. Филипсену: «Стенсен отличается гениальным и далеко идущим вперед способом мышления, а также изумительной способностью истолковывать свои открытия... Им создана теория, согласно которой продукты секреции слюнных желез получают свое вещество из артерий в самих железах, а не из груди, мозга или артерий ротовой полости, как считалось до него».¹⁴ В добавление к сказанному стоит отметить, что Стенсон ясно сознавал неминуемую ограниченность чисто анатомических наблюдений над лимфой (межклеточной жидкостью, заполняющей межтканевые участки и лимфатические сосуды). По этому поводу он писал: «Если бы я захотел заняться их функцией (функцией лимфы и лимфатических узлов, — *И. Ш.*), я должен был бы призвать на помощь химию. Однако я не хочу здесь один переступить границы анатомии...».¹⁵ Нельзя не добавить еще и того, что в отличие от прежних своих работ, ученый при исследовании системы желез не ограничился вскрытиями трупов животных, но обратился к тщательным наблюдениям над живым человеческим телом. Параллельно с этим он, как только представлялась возможность, работал также над человеческими трупами. Об этом сообщил он сам в очередном письме к Бартолину (Лейден, 9 января 1662 г.): «Многократно наблюдал я в госпитале на людях, изнуренных длительной болезнью, истощенных и полностью обессиленных, бесчисленные маленькие железки, густо распространившиеся под кожей, частично в нижней части тела, частично в других местах. Все они связаны с кожей посредством тончайших жилочек, которые кажутся каналами к ней. Знаменитый Сильвиус, проводящий в этом триместре учебные занятия в клинике, на днях любезно предложил мне исследовать по моему желанию все, что мне покажется нужным, на теле, которое он до этого вскрыл для своих целей. Разрезав кожу трупа, я увидел на сильно опухших ногах железы, которые обычно еле видны. Они оказались здесь так резко выраженными, что

¹⁴ G. Scherz. Pionier der Wissenschaft. S. 60.

¹⁵ Там же.

стало совершенно ясно, к какому роду они принадлежат...».¹⁶ Как видим, Стенон не только наблюдал различные железы, но и стремился уловить их изменения, вызванные болезнями.

В 1663 г. ученый приступил к своим важнейшим исследованиям строения сердца. Мы уже помним, какую роль в его биографии сыграло вскрытие сердца быка. Больше всего Стенона поразила мышечная структура сердца как человека, так и животного. Уже Гарвей, правильно описав процесс кровообращения, показал, что сердце работает подобно мускулу. Однако он не освободился от традиционных взглядов на сердце как на таинственный «источник жизненного тепла», «солнца жизни», «трона души» и т. д.

Стенон сразу же понял, что смутные понятия его современников о природе сердца связаны с весьма слабыми познаниями о мышцах вообще. Большинство ученых тогда считало, что мышцы являются полыми и что их сокращение сопровождается увеличением мышечной массы за счет притока «нервного сока» и «жизненного духа» из центрального источника.

После бесчисленных наблюдений, экспериментов и обобщений Стенон, возвратившись из Голландии в Копенгаген, написал и опубликовал в 1664 г. «Опыт наблюдения над мускулами и железами» (рис. 16). В этом наиболее значительном из всех своих анатомических сочинений ученый дал исключительно ясную для своего времени картину деятельности сердца как чисто мышечного органа, описал строение мышц из продольных волокон и объяснил механический процесс мышечного сокращения. Первая часть сочинения содержит множество открывших новые пути наблюдений над структурой мышц вообще. Отдельно описаны мышцы грудной клетки, язык и особенно подробно — сердце. «Сердце — это мускул», — вот то заключение, к которому пришел в результате своих изысканий великий анатом.

Таким образом, с помощью изучения структуры мышц была научно разрешена тысячелетняя дискуссия о природе сердца. Стеноновский трактат получил высокое признание среди ученых. «Золотой книжкой» назвал его

¹⁶ Там же, стр. 61.

знаменитый швейцарский натуралист и поэт А. Галлер (1708—1777).

Приехав в Париж в 1665 г., Стенон, как мы помним, выступил со своей замечательной речью об анатомии мозга, опубликованной через четыре года (*Discours de Monsier Stenon sur l'anatomie du cerveau*. Paris, 1669). В этой речи нашли наиболее яркое выражение общие взгляды Стенона на анатомию, ее состояние в то время и дальнейшие пути развития. Речь была прочитана в кружке ученых, группировавшихся вокруг М. Тевено. Следует иметь в виду, что члены этого кружка были восторженными и безоговорочными последователями Декарта. Поэтому острые критические замечания Стенона, направленные в адрес знаменитого философа и убедительно показавшие несостоятельность некоторых его анатомических положений, воспринимались тогда как неслыханная смелость со стороны молодого натуралиста.

«Речь об анатомии мозга» имела в свое время огромный успех. Она привлекает внимание и сейчас, как в высшей степени интересный, с точки зрения истории науки, документ. Не случайно в 1965 г. вышло новое издание этого сочинения с французским, английским и немецким текстами.¹⁷ Для того чтобы дать понятие читателю о содержании «Речи...», ниже приводятся характерные выдержки из нее и дается развернутый обзор ее содержания.

Прежде всего приведем самое начало «Речи...», где Стенон дает ясное понятие о плачевном состоянии современных ему знаний в области строения человеческого мозга и о тех труднейших задачах, которые стоят перед его исследователями.

«Господа! Вместо того чтобы обещать удовлетворить Ваше любопытство относительно анатомии мозга, я искренне признаюсь перед публикой, что ничего не знаю сам. Хотелось бы от всего сердца, чтобы только я один был принужден говорить таким образом, так как со временем мне удалось бы воспользоваться познаниями других. Действительно, было бы большим счастьем для человеческого рода, если бы этот орган, наиболее чув-

¹⁷ Nicolaus Steno's Lecture on the Anatomy of the Brain. Introduction by G. Scherz. Copenhagen, 1965.



Рис. 16. Титульный лист «золотой книги» Н. Стенона «Опыт наблюдения над мускулами и железами. . .» (1664 г.). В рамках из цветов даны изображения анатомических открытий ученого.

ствительный и подверженный весьма частым и чрезвычайно опасным болезням, был бы так хорошо изучен, как это представляют многие философы и анатомы. Среди них мы найдем мало таких, которые подражали бы простосердечию господина Сильвиуса, открыто высказывавшего свои сомнения, хотя он и работал больше, чем кто-либо из известных мне. Число же тех, кто стремится не утруждать себя, является преобладающим. Эти люди, столь склонные к быстрым выводам, уверенно расскажут вам и про историю мозга и про расположение его частей. Можно было бы подумать, что они сами присутствовали при создании этой чудесной машины и проникли во все намерения ее великого архитектора. Несмотря на то что число таких авторитетов очень велико и что им не следовало бы влиять на чувства других, я все же твердо уверен в том, что ищущие солидного знания не найдут ничего удовлетворительного во всем том, что написано о мозге.

«Весьма достоверно то, что мозг является главным органом нашей души, с помощью которого она совершает удивительные вещи. Кажется, что она может проникнуть во все, находящееся вне ее. Нет ничего на свете, что могло бы ограничить ее познания. Между тем, входя в свое собственное обиталище, она не находит умения описать его и не имеет понятия о себе самой. Достаточно увидеть вскрытие большой массы вещества, составляющего мозг, для того чтобы понять поводы для жалоб на это неведение.

«На поверхности вы видите достойные восхищения разнообразные детали. Однако, проникнув внутрь, вы уже ничего не различаете. Все, что вы сможете сказать, — это то, что имеется две различные материи, одна из них — сероватая, другая — белая. Белая находит свое продолжение в нервах, распространяющихся по всему телу. Сероватое вещество в некоторых направлениях служит как бы коркой для белого вещества, а в других местах отделяет одни белые волокна от других.

«Если нас спрашивают, господа, что представляют собой эти вещества, каким образом нервы соединяются в белом веществе, до каких мест нервы в нем продолжают, то нам следует признаться в нашем незнании, если мы не хотим увеличить числа тех, кто стремится заслужить успех у доверчивой публики.

«Действительно, сказав о белом веществе, что это бесформенное тело вроде воска, в котором нет никаких скрытых искусных хитросплетений, мы высказали бы слишком скудные чувства относительно самого прекрасного шедевра, созданного природой. Мы уверены в том, что всюду, где в теле имеются волокна, должны иметь место определенные более или менее сложные взаимоотношения между ними, зависящие от операций, для которых они предназначены.

«Если вещество является всюду волокнистым, каким оно действительно является по некоторым направлениям, то вы должны признать, что расположение этих волокон должно быть распланировано с огромным искусством, так как от этого зависит все разнообразие наших чувств и наших движений. Мы восхищаемся мастерским распределением волокон в каждом мускуле. Во сколько же раз больше должны мы восхищаться волокнами мозга, где внутри небольшого пространства каждое из них совершает свою операцию без всякой путаницы и беспорядка».¹⁸

Рассказав о сложности строения мозга и о трудностях его изучения, Стенон переходит к вопросу о способах вскрытия и рассечения этого сложного объекта. Помнению ученого, способ расчленения мозга на тонкие пластины совершенно не вносит ясности в его анатомию. Другой способ, сводящийся к расправлению мозговых складок, дает лишь понятие о поверхности мозга, оставляя в стороне вопрос о внутреннем его сложении. Третий способ, заключающийся в отделении серого вещества от белого, также не позволяет проникнуть глубоко внутрь мозга. О своих требованиях, предъявляемых к анатомическому исследованию мозга, Стенон пишет: «Я придерживаюсь того мнения, что настоящее вскрытие должно состоять в том, чтобы проследить продолжение нервных волоконцев внутри вещества мозга и выяснить, где они проходят и где заканчиваются. Правда, подобный способ наталкивается на такие трудности, что я не знаю, удастся ли здесь дойти до конца без особой, весьма сложной подготовки. Вещество является настолько мягким, а волокна настолько нежными, что не знаешь, как к ним притронуться, не разрушив их».¹⁹

¹⁸ Там же, стр. 1—5.

¹⁹ Там же, стр. 8.

Далее Стенон дает критический обзор существовавших в то время взглядов на строение и функции мозга. Прежде всего он указывает на несостоятельность представлений древних, произвольно привязывавших без всяких доказательств к определенным участкам мозга местоположения души, памяти, чувств и т. д. Затем автор «Речи...» обращается к рассмотрению системы Декарта: «Господин Декарт превзошел других философов в своем трактате о человеке. Никто не сумел так, как он, объяснить механически все человеческие действия и, главное, действие мозга. Остальные описывают нам самого человека. Господин Декарт говорит только о машине, которая, однако, показывает неудовлетворительность всего того, что нам преподносят другие. Он учит нас методу, позволяющему судить о функциях различных частей человеческого тела, с той же достоверностью, с какой он демонстрирует действие частей своего человека — машины. Этого никто не делал до него».²⁰ Дальше, однако, Стенон замечает, что «система мозга господина Декарта частично не соответствует опытным данным».²¹ При этом он ссылается на Сильвиуса, который неоднократно доказывал опытным путем, что описания Декарта не согласуются с результатами анатомических вскрытий. «Существует большая разница между машиной, которую выдумал господин Декарт, и тем, что мы видим, когда анатомируем человеческое тело».²² Затем Стенон переходит к подробному разбору представлений Декарта о строении мозга, а затем по результатам собственных наблюдений показывает ошибочность ряда положений французского мыслителя. Так, например, он отмечает, что Декарт принял вены за артерии и что «вены возвращают кровь к сердцу, тогда как артерии должны относить кровь от сердца к мозгу».²³ Отмечая отдельные ошибки Декарта, Стенон приходит к выводу о несоответствии его построений реальным данным: «Пусть друзья господина Декарта, принимающие его человека за машину, добросердечно поверят мне, что я отнюдь не возражаю здесь против машины, восхищающей меня своим хитроумным совершенством. Я возражаю тем, кто пытается доказать,

²⁰ Там же, стр. 13.

²¹ Там же.

²² Там же, стр. 15.

²³ Там же, стр. 21.

что человек господина Декарта сделан так, как сделаны другие люди. Анатомические исследования покажут им, что их попытка останется безуспешной».²⁴

После этих критических высказываний Стенон обращается к имеющимся изображениям человеческого мозга, отмечая их отклонения от действительности и грубое несовершенство. Эти недостатки, по его мнению, были вызваны ошибочными истолкованиями неудачных вскрытий, а также «неумением авторов в искусстве изображения». «Вы видите, господа, — заключает он, — каким образом до сих пор производились вскрытия мозга, как мало ясности можно из них извлечь и как неверно передают изображения те части, которые они должны представить. Судите поэтому, как мало можно доверять толкованиям, опирающимся на такой плохой фундамент».²⁵

Далее автор «Речи...» переходит к программе тех исследований, которые, по его мнению, помогут пролить свет на строение мозга. Уподобляя вслед за Декартом этот орган человеческого тела машине, Стенон, в отличие от знаменитого философа, отказывается от каких-либо умозрительных построений и требует самого детального изучения реального объекта: «Существуют лишь две возможности для познания некоторой машины. Первая осуществляется в том случае, когда сам мастер, построивший машину, открывает нам свои секреты. Вторая сводится к ее детальному разбору, вплоть до мельчайших пружин, а затем к рассмотрению этих пружин, как по отдельности, так и совместно... Если мозг представляет собой машину, то нам следует проникнуть в его построение теми же способами, какими мы пользуемся при изучении других машин. Нам остается сделать то, что мы делаем с любой другой машиной, а именно, разобрать по частям все ее пружины и рассмотреть то, как они могут действовать отдельно и сообща».²⁶

После формулировки предстоящих задач Стенон задается вопросом о причинах, препятствовавших их осуществлению. Он упоминает о высокопоставленных «покровителях наук» и об анатомических театрах, построенных на их деньги для удовлетворения тщеславия и

²⁴ Там же, стр. 21—22.

²⁵ Там же, стр. 27.

²⁶ Там же, стр. 32—33.

любопытства. К сожалению, в таких театрах анатомы не стремятся обнаруживать новые явления, а довольствуются публичными демонстрациями того, что было уже известно древним. Казалось бы, поисками и изучением новых фактических данных должны интересоваться медики и хирурги, работающие практически и имеющие дело с многочисленными больными. Однако и здесь не замечается продвижения вперед: «Как только они (врачи и хирурги) приобрели знакомства и установили свою репутацию, они уже не могут уделять нужного времени на новые поиски».²⁷ Вот почему Стенон считает необходимым высказать по их адресу следующее серьезное предупреждение: «Они не должны пытаться исцелять тело, строение которого им не известно; иными словами, им не следовало бы браться за починку машины, не зная ее пружи».²⁸

Нельзя ожидать открытий и глубокого проникновения в сущность дела и от профессоров анатомии в высших школах: «Целью их курсов является обучение будущих медиков и хирургов тому, что дошло до нас из описаний человеческого тела, почерпнутых у древних авторов. Осуществив ясный показ того, что было найдено в старинных писаниях, и добившись усвоения этого со стороны учащихся, они считают свой долг выполненным».²⁹

Критический обзор состояния анатомии вообще и анатомии мозга в частности приводит Стенона к ряду практических выводов, касающихся дальнейшего развития этой области. Он отмечает, что публичные демонстрации анатомических вскрытий не позволяют сосредоточиться на отдельных частях вскрываемого тела и не дают возможности обратить внимание на неизученные явления: «Тщательное изучение каждой части (тела) требует столько времени и такого напряжения ума, что нужно отбросить все другие работы и все другие мысли, всецело отдавшись этому изучению... Иногда лишь после долгих лет работы удается открыть то, что впоследствии можно демонстрировать другим в течение часа».³⁰ Существенное значение имеет и следующее замечание: «Несмотря

²⁷ Там же, стр. 34.

²⁸ Там же.

²⁹ Там же, стр. 35.

³⁰ Там же, стр. 36.

на то, что анатомы вскрывают тысячи тел в высших школах, им удается лишь совершенно случайно открыть что-нибудь новое. Их обязанность — демонстрировать части тела, следуя древним писателям, и для этого им приходится даже придерживаться определенного метода. Поиски же, наоборот, не требуют никаких заранее определенных методов. Они стремятся испробовать все возможные способы исследования». ³¹

Развивая свою программу будущих исследований мозга, Стенон прежде всего требует детального критического пересмотра «истории частей» этого органа, т. е. изучения всего того, что было написано по данному поводу. При этом все ошибочное должно быть решительно отброшено.

Далее автор «Речи...» переходит к приемам вскрытия и рассечения мозга. Он указывает на исключительную мягкость мозгового вещества, вводящего в заблуждение исследователей. Податливость материала позволяет им получить все то, что они ожидали найти заранее. Этим и объясняются прямо противоположные выводы, вносящие путаницу и неразбериху в учение о мозге. Отсюда и вытекает задача разработки достоверных приемов вскрытия и рассечения мозга.

Стенон хорошо знает о трудностях, предстоящих на этом пути, но он все же уверен в возможности разрешения такой задачи. «Для того чтобы не возникало сомнений, — пишет он, — надо удостовериться в том, что части, которые вам показывают, не были искусственно соединены вместе. Их нужно изучать в том виде, в каком они находятся в естественном состоянии, отнюдь не нарушая их расположения... Когда речь идет о расположении частей мозга, не надо ничего в нем трогать прежде предварительного просмотра. Дальше же в отдельные моменты операции надо все время давать себе отчет в том, что именно ты трогаешь». ³²

Особое внимание Стенон обращает на способ отделения мозга от черепной коробки. Он даже мечтает прибегнуть здесь к помощи химических средств: «Если бы имелись жидкости, способные быстро растворять или же раз-

³¹ Там же, стр. 37.

³² Там же, стр. 42.

мягчать кости, то нельзя было бы желать более удобного способа отделения мозга от черепа».³³

После того как будет найден детальный и верный план расположения частей мозга, нужно приложить все усилия, чтобы изобразить найденное на точных и правильных рисунках (рис. 17). Стенон предупреждает, что такие изображения приходится делать с нескольких объектов вследствие быстрого разложения и деформирования мозгового тела.

Затем ученый переходит к интересующему всех слушателей вопросу о жизнедеятельных функциях различных деталей головного мозга. Вместо того чтобы фантазировать на эту тему, он честно сознается в своем незнании: «До сих пор я ничего не сказал о роли отдельных частей, а также о их действиях, называемых жизненными, так как невозможно объяснять движения машины, не зная механизма ее частей... Лучше признаться здесь еще раз в своем незнании, воздержаться от умозрительных выводов и не объяснять с помощью легкомысленных догадок столь сложные вещи».³⁴

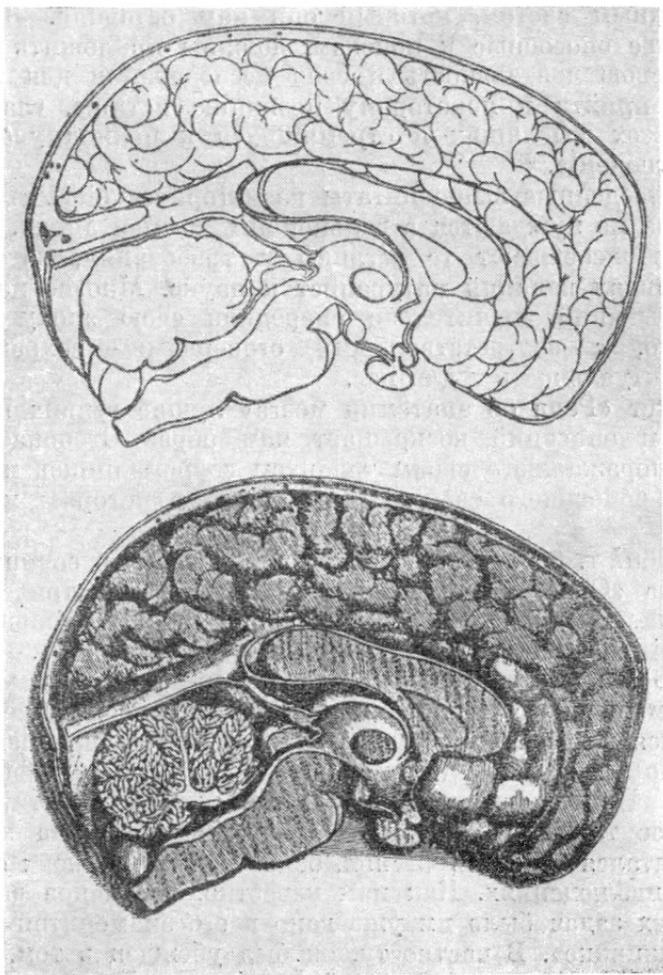
После этого автор «Речи...» предупреждает своих слушателей о том, что им была затронута лишь небольшая часть вопросов, относящихся к учению о мозге: «Для того чтобы получить некоторое знание о мозге, надо было бы вскрыть и исследовать столько объектов, сколько имеется различных видов животных и различных их состояний в каждом виде».³⁵ Такие исследования позволяют судить о формировании мозга, об его изменениях в результате болезней и т. д.

В заключение приведем концовку замечательной «Речи...» Стенона, где он кратко резюмирует свои основные положения: «Вы увидели теперь, господа, неудовлетворительность имеющихся учений о мозге, недостатки существующих методов его вскрытия и рассечения, необходимость бесконечного числа исследований на человеке и животных, в разных их состояниях, малое количество света в трудах наших предшественников и все их ошибки, которые следует иметь в виду при работе со столь деликатным материалом. Все это должно быть

³³ Там же, стр. 46.

³⁴ Там же.

³⁵ Там же.



**Рис. 17. Иллюстрация к сочинению «Речь господина
Стенона об анатомии мозга» (1669 г.).**

учтено теми, которые придерживаются лишь того, что находится в книгах древних авторов. Мы навсегда погрязнем в жалком невежестве, если удовлетворимся тем ничтожным светом, который они нам оставили. Люди, наиболее способные к поискам, должны приложить свой труд, свою деятельность и свои исследования для того, чтобы прийти к некоторому познанию истины, главной цели всех мыслящих и стремящихся к полной уверенности людей!».³⁶

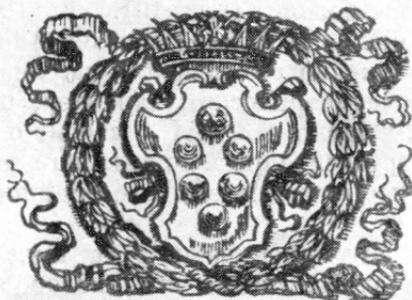
Приведенные выше цитаты из исторической «Речи...» Стенона не нуждаются в дальнейших комментариях. Они ярко обрисовывают те взгляды и требования, которые предъявлял великий натуралист к науке. Многие из его высказываний значительно опередили свою эпоху и — конечно, с соответственными оговорками — сохранили свою актуальность и для нас.

Текст «Речи об анатомии мозга» лучше всяких портретов и описаний воскрешает нам образ Стенона-анатома, поражавшего своим талантом современников и навсегда вошедшего своими открытиями в историю медицины.

В 1667 г. было издано новое замечательное сочинение Стенона «Опыт о началах миологии или геометрическое описание мускула» (*Elementorum myologiae specimen seu musculi descriptio geometrica. Florentiae, 1667.* — См. рис. 18). Об интересе ученого к строению мышц и механизму мышечного сокращения уже упоминалось ранее. Изменяется ли объем мышцы (мускула) при ее сокращении? Связано ли ее затвердевание и набухание с увеличением массы? Принимают ли участие сухожилия в активном процессе такого сокращения? Вот те вопросы, на которые пытался ответить Стенон, основываясь на своих опытах и наблюдениях. Как нам известно, частичное решение этих задач было им уже дано в его знаменитой «золотой книжке». В частности, он был убежден в том, что никакого изменения мышечной массы при мышечном сокращении нет. В этом он и хотел прежде всего убедить своих ученых современников, веривших, что мускульная масса увеличивается за счет притока «нервного сока» и «жизненного духа». Стенон задался целью доказать свою правоту с помощью чисто геометрических аргументов.

³⁶ Там же, стр. 56, 57.

NICOLAI STENONIS
ELEMENTORVM
MYOLOGIÆ SPECIMEN,
SEV
Musculi descriptio Geometrica.
CVI ACCEDVNT
CANIS CARCHARIÆ DISSECTVM CAPVT,
ET
DISSECTVS PISCIS EX CANVM GENERE.
AD
SERENISSIMVM
FERDINANDVM II.
MAGNVM ETRVRIÆ DVCEM.



FLORENTIÆ.

Ex Typographia sub signo STELLÆ. MDCLXVII.
Superiorum Permissu.

Рис. 18. Титульный лист трактата Н. Стенона «Опыт о началах миологии или геометрическое описание мускула» (1667 г.).

Для этого он так называемое «брюшко мышцы» рассматривает упрощенно, как параллелепипед. На примере такого параллелепипеда он показывает самым наглядным образом, что мышца, несмотря на видимое набухание, не должна сколько-нибудь ощутимо увеличиваться. В самом деле, параллелепипед не изменится в объеме, если его косые боковые грани сделать вертикальными, при том условии, что высота и основание параллелепипеда остаются неизменными.

Для своей геометрической интерпретации сокращения мышц Стенон приводит 44 строго сформулированных определения (*definitionen*), которыми обозначает выделенные им мышечные части. Далее, для того чтобы доказать, что мышечная масса при сокращении остается той же, он выдвигает пять предположений (*suppositiones*) и шесть вспомогательных положений (*lemmata*). Наконец, ход доказательства увенчивается главной и заключительной теоремой (*propositio*). Одним словом, все изложение ведется строго по всем правилам и по образцу геометрических доказательств. Свои геометрические выводы Стенон коротко и ясно иллюстрирует примерами, взятыми из своих же наблюдений над мышечной структурой и движением мышц (рис. 19).

Коллеги Стенона по флорентийской Академии Опыта встретили восторженно его новый труд. Особенно ценили они его строго геометрический характер, напоминавший труды Галилея. Однако в XVIII в. «Опыт о началах миологии...» подвергался критическим нападкам, а позже некоторые ученые отнесли его к слабейшим произведениям Стенона.

Совсем по-иному оценивают этот труд современные анатомы и физиологи, считая его «поворотным пунктом в истории физиологии мышечных тканей».³⁷ Они высоко ценят у Стенона ясную постановку проблемы, умело упрощенную трактовку ее сущности и то, что он извлек ее из традиционных устаревших рамок.

В наше время, когда естественные науки стремятся встать на математические рельсы, замечательный труд Стенона привлекает особое внимание как одна из первых попыток выразить языком геометрии чисто биологические явления. С этой точки зрения представляет интерес

³⁷ G. Scherz. Pionier der Wissenschaft, S. 134.

высказывание современного нам историка математики И. Е. Гоффмана: «Великолепное дарование Стенсена мы видим в простоте его концепции и в превосходном моде-

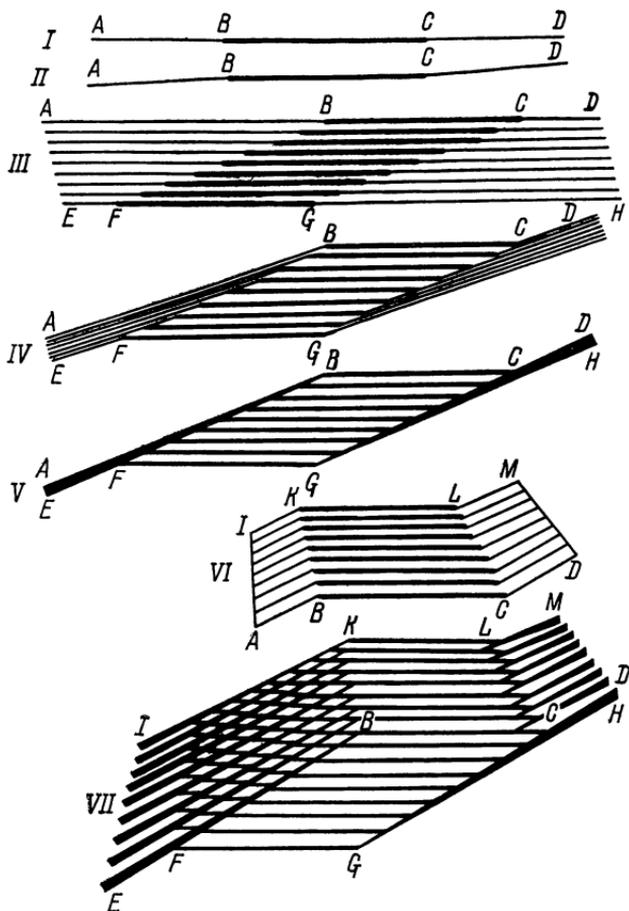


Рис. 19. Таблица, иллюстрирующая трактат Н. Стенсона «Опыт о началах миологии или геометрическое описание мускула» (1667 г.).

лировании описываемых объектов. Уверенной рукой из множества разнообразных и, казалось бы, противоречивых явлений он всегда умеет выдвигать самое типичное. Поэтому, не говоря об отдельных деталях, я вижу

в стеноновском учении о мышцах одно из значительнейших произведений новой экспериментальной науки».³⁸

Заканчивая обзор анатомических трудов и открытий Стенона, отметим его выдающуюся роль и в области только народившейся тогда эмбриологии. В конце все того же «Опыта о началах миологии...» ученый, между прочим, сообщил об установленном им тождестве яичника млекопитающих с яичником яйцекладущих животных. Тем самым он сделал важный шаг на пути к открытию яйца млекопитающих.

Всем сказанным далеко не исчерпываются работы Стенона в области анатомии и физиологии. В ряде публикаций он описывает мускулатуру орла, касается проблемы дыхания у рыб, дает объяснение их скользкости и т. д.

Разносторонность интересов ученого, изобилие сделанных им открытий, ясность и строгость оставленных им описаний и обобщений поражают и до сих пор. Стенон-анатом занимает видное место в истории медицины, анатомии и физиологии.

³⁸ Там же, стр. 135.

СТЕНОН В РУССКОЙ НАУЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЕ

Советскому читателю несомненно интересно будет узнать о судьбе стеноновского научного наследия в России, о сохранившихся следах его влияния в творчестве близких ему по времени русских ученых, об оценке его трудов и достижений в современной литературе.

Однако всестороннее рассмотрение этих вопросов наталкивается на ряд трудностей. В самом деле, открытия Стенона в области анатомии (чаще всего без упоминания его имени, за исключением «Стенонова протока») вошли во все анатомические атласы и учебники. Беглые ссылки на его труды нередко встречаются в имеющихся очерках по истории науки XVII в. вообще и медицины в частности (как оригинальных, так и переводных), но более или менее развернутых русских исследований, специально посвященных датскому ученому, до сих пор не было. Наибольшее внимание исследователей привлекли у нас его достижения в области кристаллографии и геологии. В связи с этим мы ограничимся здесь рассмотрением только геолого-минералогической отечественной литературы, содержащей отдельные яркие характеристики и интересные оценки открытий выдающегося натуралиста.

В первую очередь следовало бы выяснить вопрос о знакомстве с сочинениями Стенона первых русских естествоиспытателей во главе с М. В. Ломоносовым.

В Библиотеке Академии наук СССР (Ленинград) имеется экземпляр 2-го издания знаменитого трак-

тата «О твердом, естественно содержащемся в твердом» (Nicolai Stenonis. De solido intra solidum naturaliter contento. 1679), по-видимому находившийся в библиотеке с самого ее основания. Книга несомненно штудировалась читателями XVIII в. На внутренней стороне ее обложки сделана надпись чернилами, получившими со временем характерный буроватый оттенок, на латинском языке (только последняя фраза написана по-английски). К сожалению, автора этой надписи пока установить не удалось. В своем замечании он критикует следующее положение Стенона: «Если твердое тело со всех сторон окружено другим твердым телом, то из этих двух тел первым затвердело то, которое при взаимном соприкосновении дает отпечаток своей поверхности на поверхности другого» (см. стр. 77).

Приведем полностью русский перевод текста этого критического высказывания (подлинник текста воспроизведен на рис. 20). «Теорема 1 на стр. 24 иллюстрируется так: Если море и береговой песок затвердевали бы одинаково, то следовало бы говорить, что песок затвердел первым, т. к. на его поверхности борозды и отпечатки колеблющейся волны, вот такие (см. рис. 20), которые свойственны поверхности моря, находящегося еще в жидком состоянии и волнующегося. Поэтому теореме можно было бы представить так: то затвердело первым, чья поверхность имеет те свойства, которые она имела бы, если бы была еще жидкой. Но это неверно. Либо автор ошибается, либо здесь ошибочно напечатано».¹

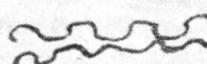
Следует заметить, что с возражением неизвестного критика нельзя согласиться по существу. Стенон рассматривает твердые тела, окруженные твердой же средой (кристаллы минералов в породах и других кристаллах, окаменелости в твердых же породах и т. п.). Автор замечания поднимает вопрос о взаимоотношении жидкой среды (моря) и сыпучего тела (песка).

Выше были рассмотрены оговорки, характерные для современного подхода к высказыванию Стенона, долгое время считавшегося неоспоримым. Эти оговорки касаются метасоматического образования минералов внутри твердой породы. К дискуссионному тексту анонимного автора они не имеют никакого отношения. Приведенное

¹ Перевод Ю. Х. Копелевич.

Geodesia 17 pag. 29 sic
illustratur.

Si mare et arena aëolis a-
qualiter solidificarent, dicendum
esset arenam primo induruisse,
quia arena ostendit sua super-
ficie ^{inlevis et} notas fluctantis maris.

Tales . que sunt
proprie maris adhuc liquidæ
et æstuantis superficies. Quare
possit Geodesia sic offerri.

Illud ultimo induruit cupas ~
superficie eadem habet pro-
prietates, quas haberet si
adhuc esset fluidum. Sed

hinc is falso, e Ge

author 15 vol. 2, a the's vol. 2
print.

Рис. 20. Старинная рукописная надпись на экземпляре трактата Н. Стенона «О твердом, естественно содержащемся в твердом», хранящемся в Библиотеке АН СССР (Ленинград).

нами критическое замечание старинного читателя представляет лишь исторический интерес. Оно показывает, что книжка Стенона из Библиотеки Академии наук изучалась и обсуждалась читателями XVIII в.

Были ли знакомы стеноновские открытия М. В. Ломоносову? Ни в одном из его трудов имя Стенона ни разу не упоминается. Лишь в первом томе академического издания сочинений Ломоносова, в переводе «Вольфганской экспериментальной физики», мы находим параграф о термометре «Флорентинских академиков», т. е. членов Академии Опыта (*Akademia del Cimento*), к числу которых, как мы знаем, принадлежал и Стенон.²

Не встречаем мы имени Стенона и в обстоятельной монографии Г. М. Коровина «Библиотека Ломоносова», где скрупулезнейшим образом собрана литература, использованная в трудах Ломоносова и находившаяся в каталоге его личной библиотеки.³

Несмотря на полное отсутствие каких-либо сведений о знакомстве М. В. Ломоносова с трудами датского ученого, нельзя не признать многих созвучных высказываний и обобщений в геолого-минералогических сочинениях обоих авторов. Уже само название знаменитого ломоносовского трактата «О слоях земных» воскрешает в памяти рассмотренную выше главу «Слои Земли» из стеноновского сочинения «О твердом...». Некоторые положения Ломоносова очень близки к утверждениям его старшего предшественника. Вспомним тезисы Стенона о том, что большинство современных гор и минералов «не существовало от начала мира» (стр. 120). Ломоносов широко развивает эту мысль: «Итак, напрасно многие думают, что все, как видим, с начала творцом создано, будто не токмо горы, доли и воды, но и разные роды минералов произошли вместе со всем светом и потому де не надобно исследовать причин, для чего они внутренними свойствами и положением мест разнятся. Таковые рассуждения весьма вредны приращению всех наук, следовательно, и натуральному знанию шара земного, а особливо искусству рудного дела, хотя оным умникам и легко быть философами, выучась наизусть три слова:

² М. В. Ломоносов. Полн. собр. соч., т. 1. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1950, стр. 454.

³ Г. М. Коровин. Библиотека Ломоносова. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1961.

„Бог так сотворил“, и сие дая в ответ вместо всех причин». ⁴ Как видим, Стенон в своем стародавнем трактате всецело солидаризуется с Ломоносовым, хотя и воздерживается от нападок на богобоязненных «умников».

Чрезвычайно близки выводы обоих натуралистов, относящиеся к особенностям расположения «земных слоев». Напомним хотя бы широко известные слова Ломоносова: «Наклоненное положение камней диких к горизонту показывает, что оные слои сворочены с прежнего своего положения, которое по механическим и гидростатическим правилам должно б быть горизонтально: ибо неоспоримо, что камни были сперва жидкая материя, которая облилась прежде около других твердых тел и, со временем, затвердев, оные в себе заключила. А жидких материй свойство требует, чтобы устаивались поверхностью горизонтально». ⁵ Достаточно сравнить эту цитату с приведенными выше формулировками Стенона относительно изменений в положении слоев, чтобы признать несомненную близость в заключениях обоих ученых. Например: «...слои, перпендикулярные к горизонту либо наклоненные к нему, в другую эпоху были параллельны этому горизонту... Слои Земли принадлежат к осадкам из жидкостей...» и др. (см. стр. 114—115).

В главе о кристаллографических открытиях Стенона отмечалось, что и в науке о кристаллах Ломоносов продолжал путь, намеченный датским натуралистом, подтвердив закон постоянства углов и впервые связав его с внутренней кристаллической структурой. Само собой разумеется, что почти за сто лет, прошедших после публикации стеноновского трактата, геолого-минералогические познания обогатились новыми данными, нашедшими отражение и истолкование в замечательном сочинении русского ученого.

Прежде всего, ломоносовская публикация «О слоях земных» выгодно отличается от труда Стенона смелостью и независимостью суждений. Напомним, что значение высказываний датского ученого явно снижается его стремлением согласовать фактические наблюдения с легендой о библейском потопе. В этом отношении со-

⁴ М. В. Ломоносов. Полн. собр. соч., т. 5, М.—Л., Изд-во АН СССР, 1954, стр. 574, 575.

⁵ Там же, стр. 576, 577.

чение Ломоносова резко выделяется своим смелым свободомыслием. В нем мы находим суровые отповеди по адресу тех, кто пытался ввести в науку библейские предания.

Далеко вперед ушел Ломоносов и в том, что правильно оценил относительную роль как вулканических, так и осадочных процессов в жизни Земли. Здесь он не только преодолел односторонность непутистов, признававших вслед за Стеноном преимущественно водное происхождение горных пород, но и опередил будущих вулканистов, видевших во всем только «огненное начало».

Кроме того, геолого-минералогические сочинения Ломоносова существенно отличаются от обобщений Стенона своим ярко выраженным геохимическим характером. Это неоднократно подчеркивалось основоположником геохимии — акад. В. И. Вернадским. В историческом обзоре, говоря о своих предшественниках, Вернадский писал, что в трудах Ломоносова «ясно и ярко видно сознание и понимание геохимических проблем... Он углублялся непрерывно в химию природных тел не в частности, а в общем и в связи с историей Земли».⁶ Подчеркивая эти особенности ломоносовских работ, В. И. Вернадский, будучи глубоким знатоком сочинений и Стенона и Ломоносова, отмечал вместе с тем большую близость ряда положений, высказанных обоими учеными. Он считал даже возможным писать утвердительно о знакомстве Ломоносова с трактатом Стенона: «Латинская книжка Стенона оказала свое влияние в первой половине XVIII в., между прочим, и на первого крупного русского минералога и геолога М. В. Ломоносова (1711—1765)».⁷

О том, что имя Стенона было безусловно знакомо нашим специалистам и учащейся молодежи XVIII в., свидетельствует перевод на русский язык книги известного шведского минералога и металлурга И. Г. Валерия «Минералогия или описание всякого рода руд и ископаемых из Земли вещей... переведенное действительным статским советником, берг-коллегии президентом и мо-

⁶ В. И. Вернадский. Очерки геохимии. М.—Л., Госгео-нефтеиздат, 1934, стр. 11.

⁷ В. И. Вернадский. Проблемы геохимии. III. О состоянии пространства в геологических явлениях Земли на фоне роста науки XX столетия. Архив АН СССР, М., ф. 518, оп. 1, № 3.

ветной канцелярии главным судьей Иваном Шлаттером» (СПб., 1763). Этот первый учебник минералогии на русском языке вышел в свет в 1763 г., т. е. в один год с «Первыми основаниями металлургии, или рудных дел» М. В. Ломоносова (трактат «О слоях земных» был дан в качестве приложения к последним). Обе книги — И. Г. Валерия и М. В. Ломоносова — были самыми первыми учебными руководствами, по которым русские горняки XVIII в. знакомились с началами минералогии, геологии и горного дела.

Приведем прежде всего определение минералов по И. Г. Валерии: «Минералы, инако называемые Подземные тела (*Fossilia, mineralia*) суть такие тела, которые без жизненности и без всякого в трубочках или в жилах видимого сока растут. Находят их по большей части в недрах земных, а иногда и инде».⁸ Для сравнения здесь уместно напомнить еще раз уже знакомое нам высказывание Стенона о росте кристаллов, явно оказавшее влияние на формулировку Валерия: «Кристалл растет до тех пор, пока новое кристаллическое вещество присоединяется к внешним плоскостям уже первично образовавшегося кристалла. Поэтому мало вероятно мнение ученых о том, что кристаллы растут, как растения, и привлекают к себе питательное вещество в той части, где они примыкают к материнской породе. И именно поэтому, по их мнению, частицы камня, подхваченные текучей жидкостью и перенесенные во внутреннюю жидкость кристалла, присоединяются изнутри к частицам кристалла» (см. стр. 84). Из сказанного видно, что Валерий хорошо знал трактат Стенона, мало того — он и ссылаясь на него, как на авторитетный первоисточник. Приведенное выше определение минерала, не совсем обычно звучащее для современного минералога, сопровождается рядом примечаний. В одном из них читаем: «Без сомнения все не только родившиеся минералы более еще увеличиваются и растут; но и вновь другие рождаются. Мы кратко сие докажем лучшими доводами и опытами...».⁹ Далее Валерий приводит ряд доказательств роста минералогических объектов — доказательств, в большинстве случаев почерпнутых у старинных авто-

⁸ И. Г. Валерий. Минералогия... СПб., 1763, стр. 7, 8.

⁹ Там же, стр. 8.

ров (Плиния, Генкеля и др.). Среди них приводится и следующее: «Сверх сего оное ж доказывается камнями, содержащимися в других каменьях, какие находятся в Оландской и других мраморных или известных горах, о чем можно пространнее читать Штенонов трактат о твердом теле, в твердом же теле содержащемся (*De solido intra solidum*)».¹⁰ Из приведенной цитаты видно, что Стенон, хотя и под именем Штенона, был знаком не только специалистам и любителям минералов, но и учащейся молодежи, штудировавшей по Валерию науку о камнях.

К сожалению, это упоминание единственное. В позднейшей геолого-минералогической литературе вплоть до середины XIX в. имя Стенона исчезает. Мы не найдем его даже в «Истории минералогии» А. Теряева, изданной в 1819 г. После длительного перерыва оно снова появляется в 1876 г. в статье акад. Н. И. Кокшарова «Предмет минералогии, краткая ее история, кристаллы, как настоящие индивидуумы неорганической природы». Однако за истекшее время личность Стенона настолько изгладилась из памяти ученого мира, что Кокшаров ошибочно приписывает ему итальянское происхождение: «Итальянец Стенон в своем знаменитом сочинении, изданном им в 1669 г. (*De solido intra solidum naturaliter contento*) и произведшем тогда много шума, говорит уже не только о том, что горный хрусталь кристаллизуется в шестисторонних призмах, несущих на своих концах шестиугольные пирамиды, но уже подозревает и состоянство углов».¹¹

Подлинное воскрешение Стенона как кристаллографа и минералога мы находим в великолепной характеристике, данной датскому ученому акад. В. И. Вернадским в его «Основах кристаллографии» (1904 г.). Эта характеристика настолько ярко и всесторонне обрисовывает личность Стенона и его достижения, что нельзя не привести ее текст целиком, несмотря на его обширность.

«Николай Стенон и Бартолин были почти современниками и тесно связаны с научным кружком, группиро-

¹⁰ Там же, стр. 9.

¹¹ Н. И. Кокшаров, Зап. имп. С.-Петербургского Минер. об-ва, Вторая серия, ч. 10, 1876, стр. 138, 139.

вавшимися вокруг Лейденского университета. Они оба, по-видимому независимо, вывели и доказали основные законы наружной формы кристалла, хотя шли совершенно разным путем. Младший из них, Стенон, так же как и Бартолин, датчанин родом, издал свои работы в 1669 г. во Флоренции в знаменитом незаконченном сочинении „De solido intra solidum naturaliter contento“. Это программа большого труда о твердом веществе, наблюдаемом на земле. В этой программе ясно, просто и чрезвычайно сжато и точно изложены основные принципы современной геологии, минералогии и кристаллографии. А между тем труд Стенона, который читался и пользовался авторитетом в течение всего XVIII столетия, совершенно не был настоящим образом понят и только в начале XIX столетия его значение и правильное толкование стало нам ясным. На него с большим уважением указывает Бюффон, исходивший в геологии из совершенно иных воззрений, его знают и переводят ученые, группирующиеся вокруг Английского королевского общества времен Ньютона, и ценят в этих немногих ясных страницах одни частности, а не то, что выдвигается в них нами.

«Эта работа Стенона была его лебединой песней в области естествознания. Блестящий анатом, сделавшийся знаменитым почти юношей, один из первых исследователей мозга, обладавший чрезвычайно широким научным образованием, Стенон работал с исключительной энергией в области геологических и органических наук о природе. Среди его работ в душе его зародились глубокие сомнения; перед ним с необыкновенной ясностью стала тцета точного знания; с ним произошел перелом, очень напоминающий душевную драму Паскаля. Он сознательно бросил занятия наукой, перешел в католичество, стал монахом и окончил жизнь в исключительно суровой и нищенской обстановке католического миссионера среди чуждого и враждебного ему протестантского населения Германии. Перед этим переломом он издал программу своего сочинения, поручив своему ученику Г. Якобэусу докончить и издать собранный им большой материал для полной работы. Этот труд никогда не увидел света. В этой работе Стенон впервые точно и определенно высказал закон постоянства граничных углов¹²

¹² Это не совсем точно. Стенон, обрисовывая контуры кристаллов кварца, доказал закон постоянства углов между ребрами,

для всех веществ и указал характер роста кристаллов — послойным наложением частиц. Наклон кристаллических плоскостей не меняется, по объяснению Стенона, при росте кристалла, хотя очертания и размеры их могут претерпевать всякие изменения. Законы геометрии всецело приложимы к кристаллическим многогранникам, если обращать внимание только на взаимный наклон плоскостей, оставляя в стороне очертания и размеры граней. Кристаллические полиэдры с одинаковыми граничными углами, но с разной формой плоскостей — идентичны. Такие многогранники всецело сравнимы с идеальными телами геометрии, и все законы геометрии всецело к ним применимы. Обобщение Стенона является важнейшим шагом в нашей науке. В конце XVII и в начале XVIII столетия оно не прошло бесследно. Стенон доказал его для горного хрусталя и гематита». ¹³

В. И. Вернадский неоднократно возвращался и в своих позднейших трудах к роли Стенона в области геолого-минералогических наук, особенно выделяя среди его достижений открытие закона постоянства углов и заложение основ научной геологии (Стенон «справедливо считается основоположником этой науки», — писал он). ¹⁴ Пристальное внимание В. И. Вернадского привлекала также речь датского ученого об анатомии мозга. Как известно, в последние годы своей жизни знаменитый натуралист-мыслитель увлеченно развивал идейные основы заложенной им же новой научной дисциплины — биогеохимии. Среди выдвинутых им биогеохимических идей видное место занимает «явление цефализации» (принцип Д. Д. Дана). Сам В. И. Вернадский формулирует это явление так: «В ходе геологического времени непрерывно изменяется эволюционным процессом и развивается центральная нервная система животных — мозг, причем иногда наблюдаются геологически длительные остановки, но никогда не наблюдается понижения достигнутого уровня...»; ¹⁵ «В хронологическом выраже-

образованными двумя призматическими гранями $[(10\bar{1}0) : (01\bar{1}0)]$ и двумя ромбоэдрическими гранями $[(10\bar{1}1) : (01\bar{1}1)]$. — *И. Ш.*

¹³ В. И. Вернадский. Основы кристаллографии, т. 1, вып. 1. М., 1904, стр. 6—7.

¹⁴ В. И. Вернадский. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М., изд-во «Наука», 1965, стр. 180.

¹⁵ Там же, стр. 274.

нии геологических периодов мы можем проследить это явление от мозга моллюсков, ракообразных и рыб до мозга человека». ¹⁶ Комментируя это положение, В. И. Вернадский пишет: «Эмпирическое обобщение, сознательное или бессознательное, неизбежно приводило к признанию геологической роли человека». ¹⁷ Развивая свои новаторские идеи, сочетающие первоосновы геологии и биологии, замечательный советский ученый не мог не вспоминать зачинателя науки о мозге — Стенона.

Высоко расценивал открытия датского натуралиста и другой корифей русской геологической науки — акад. В. А. Обручев. В своей «Истории геологического исследования Сибири» он посвящает Стенону специальный параграф, полный текст которого приводится ниже: «Отцом современной тектонической геологии и предвестником взглядов на тектонику земной коры, господствовавших в течение почти всего XVIII века, по справедливости считается живший в Италии датчанин Стенон, который уже в 1669 г. опубликовал труд „De solido intra solidum naturaliter contento“, содержащий мысли, далеко опередившие научные представления того времени. Он правильно оценил природу и значение ископаемых органических остатков, образование осадочных пород в воде и высказал первые здравые соображения о причинах дислокаций. Он говорил, что пласты наклонные или отвесные выведены из своего горизонтального положения или благодаря подземным толчкам, или вследствие подмыва и обрушения; так он объяснял неровности земной поверхности, образование гор и долин, плато и низменностей, указывая, что горы могут еще образоваться благодаря деятельности подземного огня, направленной изнутри наружу, выбрасывающего пепел, обломки скал в смеси с серой и горным дегтем; равным образом дожди и ручьи способствуют образованию неровностей, смывая разрыхленные слои. Согласно библии, он принимал потоп, покрывший всю землю и отложивший на горах осадки и окаменелости; он мог быть обусловлен или изменением центра тяжести земли, поднятием уровня моря, вследствие дождей и этих освободившихся подземных вод; во время потопа были

¹⁶ Там же, стр. 193.

¹⁷ Там же, стр. 271.

также промыты глубокие долины. Эти взгляды на роль потопа мы найдем еще в труде Палласа, выпедшем более чем на столетие позже. Стенон дал также первые геологические профили для пояснения истории Тосканы. Но здравые идеи Стенона не получили дальнейшего развития, они слишком опередили свой век, и в конце XVII, как и в первой трети XVIII в., господствовали учения более примитивные, объяснявшие образование неровностей земной коры или вспученностью расплавленной массы при самом ее застывании (Уастон, 1696), или внезапными разрывами и провалами коры, обусловленными разными причинами (Бернт, 1681; Картезиус, 1685; Лейбниц, 1693), или исключительно вулканическими силами, в связи с землетрясениями (Гун, 1705; Моро, 1740; Юсти еще в 1771 г.).¹⁸

Мы ограничимся этими двумя характеристиками Стенона, принадлежащими двум выдающимся нашим ученым — В. И. Вернадскому и В. А. Обручеву.

Дальше лишь упомянем в хронологическом порядке наиболее значительные публикации советских авторов, посвященные творчеству Н. Стенона.

В 1938 г., в связи с 300-летием со дня рождения и 250-летием со дня смерти ученого, в журнале «Природа» была напечатана статья В. В. Белоусова «Николаус Стенон — основоположник геотектоники».¹⁹ В этой работе четко сформулированы современные взгляды на роль Стенона в области геологических наук. Выводы данной статьи широко использованы нами в главе «Первоосновы геологии» (стр. 115). Годом позже в том же журнале появилась статья автора настоящей книги «Значение Н. Стенона в кристаллографии».²⁰ В 1957 г. в серии «Классики науки» был издан русский текст трактата «О твердом, естественно содержащемся в твердом» в переводе Г. А. Стратановского.²¹ В конце книги приложены статьи Г. А. Стратановского и И. И. Шафрановского «Жизнь и труды Николая Стенона»²² и В. В. Бело-

¹⁸ В. А. Обручев. История геологического исследования Сибири. Период первый. Л., Изд-во АН СССР, 1931, стр. 130—131.

¹⁹ Природа, 1938, № 5, стр. 107—111.

²⁰ Природа, 1939, № 5, стр. 101—104.

²¹ Н. Стенон. О твердом, естественно содержащемся в твердом. М. — Л., Изд. АН СССР, 1957.

²² Там же, стр. 73—77.

усова и И. И. Шафрановского «Роль Н. Стенона в истории геологии и кристаллографии».²³

Более или менее развернутые характеристики геологических открытий Стенона находятся в «Кратком очерке истории геологии» В. В. Тихомирова и В. Е. Хаина,²⁴ а также в «Истории геологических наук» Д. И. Гордеева.²⁵ Трехсотлетие выхода в свет трактата «О твердом...» было отмечено в специальной статье И. И. Шафрановского.²⁶

Углубленный анализ всего многогранного творческого наследия датского натуралиста еще ждет своих советских исследователей.

²³ Там же, стр. 78—91.

²⁴ В. В. Тихомиров и В. Е. Хаин. Краткий очерк истории геологии. М., Госгеолтехиздат, 1956, стр. 27—29.

²⁵ Д. И. Гордеев. История геологических наук, ч. I. Изд-во Моск. ун-та, 1967, стр. 145—148.

²⁶ И. И. Шафрановский. Зарождение основ минералогической кристаллографии (к 300-летию трактата Н. Стенона «О твердом, естественно содержащемся в твердом»). Зап. Всес. минер. об-ва, 1969, ч. 98, вып. 1, стр. 74—82.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Читатель, ознакомившийся с нашей небольшой монографией о Николае Стеноне, конечно, поражен разнообразием блестящих открытий датского ученого и необычайной многогранностью его творчества. Естественно возникает вопрос: нет ли какой-либо обобщающей, связующей идейной нити между этими столь разносторонними достижениями?

Здесь, конечно, надо напомнить о том, что в ту далекую эпоху, когда наука о природе только зарождалась, натуралисты не разграничивали между собой различные области естествознания. Подавляющее большинство естествоиспытателей того времени были в первую очередь медиками. Последним же необходимо было знать — помимо анатомии и физиологии, непосредственно касающихся их практической деятельности, — также и минералогию, и ботанику, и химию, главным образом для изготовления лекарственных снадобий.

Все сказанное, как мы знаем, всецело относится и к Стенону, начавшему свое научное поприще с ревностного изучения медицины. В этом отношении он не являлся исключением среди представителей научного естествознания XVII в. Однако он представлял исключение в отношении изумительной наблюдательности и экспериментального искусства, позволивших ему в кратчайшие сроки сделать ряд первостепенных по значению открытий. Но этого мало, — Стенон обладал также удивительным даром обобщать найденные им детали или, говоря языком нашего времени, «подводить под них правильный теоретический базис». Здесь мы прежде всего должны напомнить об его стремлении придать кристаллографическим, геологическим и биологическим закономер-

ностям, т. е. законам естествознания, математическую форму. Вспомним открытый им закон постоянства углов на кристаллах кварца и гематита. Ведь именно этот закон предопределил в основном дальнейшее развитие кристаллографии, придав ей строго математическую основу. Кристаллы растут за счет отложения слоев из маточной жидкости; в огромнейших масштабах происходит отложение осадочных слоев и на поверхности Земли. Ненарушенный слой должен ограничиваться сверху и снизу двумя горизонтальными плоскостями. Отсюда — далеко идущие геометрические выводы, относящиеся к геологии вообще и к стратиграфии в частности.

Вспомним, далее, геометрическое учение Стенона о мускулах. Как видим, он не остановился и перед тем, чтобы ввести любимую им математику в область биологии. Думается, что отмеченная особенность творческих обобщений Стенона — стремление подвести законы природы под рамки математики и в первую очередь геометрии — и является наиболее характерной чертой его творчества. Это стремление пронизывает все его разнообразные труды с их открытиями и достижениями, придавая им общенаправленный и целеустремленный характер. Та же черта приближает его произведения, несмотря на их трехсотлетнюю давность, к нашему времени — времени усиленной математизации естественных наук. Этим объясняется необычайная жизненность и непреходящая «молодость» естественнонаучного творчества Николая Стенона.

Читателя нашей книги несомненно поразил мрачный конец биографии ученого с его полным отходом от науки. Здесь, конечно, следует напомнить об особенностях той отдаленной эпохи, когда еще слишком памятны были призраки средневековья, подавлявшие рост свободной мысли и угрожавшие слишком смелым ее проявлениям. И в этом отношении Стенон не был исключением.

В одном из позднейших своих сочинений В. И. Вернадский проникновенно писал о сущности трагедии как самого Стенона, так и других его современников, безвременно оборвавших свою научную деятельность: «Ученый бросает научную работу и она теряет для него значение, когда для него является сомнение в аксиоматическом положении о реальности предмета изучения науки — о реальности мира и его законообразности, только при

признании которых возможна и приемлема для человека научная работа... В истории науки нередко наблюдается такое сомнение под влиянием глубоких религиозных или философских переживаний, связанных с отрицанием ценности или реальности мира. Особенно религиозное самоулубление — в таком аспекте — вызывало прекращение этой работы. Мы видим это в многочисленных примерах первоклассных научных деятелей, оставивших научную работу в разгаре ее расцвета. Например, Сваммердам, Стенон, Паскаль могут быть названы, как немногие из многих».¹

В своей знаменитой оде «Осьмнадцатое столетие» А. Н. Радищев восклицал: «Нет, ты не будешь забвенно, столетье безумно и мудро!...». Думается, что эта строка полностью — и даже с еще более резким противопоставлением «безумия» и «мудрости» — может быть отнесена и к XVII в.

Действительно, нельзя забывать, что XVII столетие, несмотря на все свои мрачные стороны, дало нам плеяду замечательнейших ученых и мыслителей во главе с Кеплером, Галилеем, Ньютоном, Лейбницем, Декартом, Спинозой.

Среди этих ученых одно из самых видных мест занимает и Николай Стенон, ярче других отразивший противоречия своего века и, несмотря на это, навсегда вписавший свое имя в историю естествознания.

¹ И. И. Мочалов. В. И. Вернадский — человек и мыслитель. М., изд-во «Наука», 1970, стр. 98.

БИБЛИОГРАФИЯ

Собрания научных трудов Н. Стенона

- N. Stenonis Opera Philosophica. I—II vv., ed. V. Maar. Copenh., 1910. (Полное собрание научных сочинений с биографией Н. Стенона).
- Steno Geological papers. Edited by G. Scherz. Odense University Press. 1969. Полное собрание сочинений Н. Стенона, относящихся к области геолого-минералогических наук.
- G. Scherz. Pionier der Wissenschaft Niels Stensen in seinen Schriften. Munksgaard, 1963. (Избранные отрывки из научных трудов Н. Стенона с пояснительным текстом, биографией и подробной библиографией).

О жизни и творчестве Н. Стенона

Иностранная литература (основные монографии)

- Scherz G. Vom Wege Niels Stensens. Beiträge zu seiner naturwissenschaftlichen Entwicklung. Munksgaard—Kopenhagen, 1956, 248 стр.
- Scherz G. Nicolas Steno and his Indice. Munksgaard—Copenhagen, 1958, 314 стр.
- Scherz G. Niels Stensen. Bildbuch. Würzburg, 1962, 48 стр. + 72 иллюстрации.
- Scherz G. Pionier der Wissenschaft. Niels Stensen in seinen Schriften. Munksgaard, 1963, 348 стр.
- Scherz G. Niels Stensen, Forscher und Denker in Barock. Stuttgart, 1964, 275 стр.
- Dissertations on Steno as geologist. Edited by G. Scherz. Odense University press, 1971, 320 стр.

Русская литература

- Белюсов В. В. Николаус Стено — основоположник геотектоники. Природа, 1938, № 5, стр. 107—111.
- Белюсов В. В., Шафрановский И. И. Роль Н. Стенона в истории геологии и кристаллографии. В кн.: Николай

- Стенон. О твердом, естественно содержащемся в твердом. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1957, стр. 78—91.
- Вернадский В. И. Основы кристаллографии, т. I, вып. I, М., 1904, стр. 6—7.
- Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М., изд-во «Наука», 1965, стр. 180.
- Гордеев Д. И. История геологических наук, ч. I. Изд-во МГУ, 1967, стр. 145—148.
- Карузин П. И. Стенон. Словарь анатомических терминов. М.—Л., 1928.
- Обручев В. А. История геологического исследования Сибири. Период первый. Л., Изд-во АН СССР, 1931, стр. 130—131.
- Стратановский Г. А., Шафрановский И. И. Жизнь и труды Николая Стенона. В кн.: Николай Стенон. О твердом, естественно содержащемся в твердом. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1957, стр. 73—77.
- Тихомиров В. В., Хаин В. Е. Краткий очерк истории геологии. М., Госгеолтехиздат, 1956, стр. 27—29.
- Шафрановский И. И. Значение Н. Стенона в кристаллографии. Природа, 1939, № 5, стр. 101—104.
- Шафрановский И. И. Зарождение основ минералогической кристаллографии (к 300-летию трактата Н. Стенона «О твердом, естественно содержащемся в твердом»). Зап. Всес. Минер. об-ва, 1969, ч. 98, вып. 1, стр. 74—82.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	5
Глава 1. Годы учения	9
Глава 2. Период творческого расцвета	17
Глава 3. Последние годы	46
Глава 4. Кристаллографо-минералогические открытия	68
Глава 5. Первоосновы геологии	104
Глава 6. Зарождение палеонтологии	125
Глава 7. Работы по анатомии и физиологии	136
Глава 8. Стенон в русской научной литературе	161
Заключение	174
Библиография	177

**Иларион Иларионович
Шафрановский**

**НИКОЛАЙ СТЕНОН — КРИСТАЛЛОГРАФ,
ГЕОЛОГ, ПАЛЕОНТОЛОГ, АНАТОМ
(1638—1686)**

*Утверждено к печати
редколлекцией научно-биографической серии
Академии наук СССР*

Редактор издательства *Н. П. Скорымина*
Художник *М. И. Разулович*
Технический редактор *Р. А. Кондратьева*
Корректоры *Л. М. Бова* и *О. И. Иващенкова*

Сдано в набор 2/III 1972 г. Подписано к печати 31/V 1972 г. Формат бумаги $84 \times 108^{1/32}$.
Бумага № 2. Печ. л. $5^{5/8} + 2$ вкл. ($1/8$ печ. л.) = 9,66 усл. печ. л. Уч.-изд. л. 9.42.
Изд. № 4909. Тип. зак. № 874. М-22116.
Тираж 6000. Цена 57 коп.

Ленинградское отделение издательства «Наука»
199164, Ленинград, Менделеевская линия, д. 1

1-я тип. издательства «Наука»
199034, Ленинград, 9 линия, д. 12

И. И. ШАФРАНОВСКИЙ



НИКОЛАЙ СТЕНОН-
-КРИСТАЛЛОГРАФ, ГЕОЛОГ,
ПАЛЕОНТОЛОГ, АНАТОМ

57 коп.

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

