



## А. Вольта

1745—1827

### Об электрическом токе

Основное внимание исследователей XVIII в., занимавшихся проблемами электричества, было сосредоточено на электростатических явлениях. Хотя Б. Франклин еще в конце 40-х годов XVIII в. доказал электрическую природу молнии, это атмосферное явление не было осознано как принципиально новое проявление электричества — ток. Поэтому столь большой эффект произвело открытие итальянского анатома и физиолога Л. Гальвани, обнаружившего в 1780 г. сокращение мышц препарированной лягушки при прикосновении к ним двух разнородных металлов, между которыми имеется электрический контакт. Гальвани не сумел найти правильное объяснение открытого им эффекта и выдвинул идею о существовании так называемого «животного электричества». С критикой взглядов Гальвани выступил другой итальянский ученый А. Вольта. Дискуссия с Гальвани привела Вольту в конечном счете к созданию первого источника постоянного тока, открывшего новую эпоху в исследовании электричества.

**А**лессандро Вольта родился 18 февраля 1745 г. в небольшом городе Комо (близ Милана) в знатной дворянской семье. С ранних лет он проявлял интерес к естественным наукам, особенно к молодой тогда области электричества. Первая печатная работа Вольты увидела свет, когда ему было 24 года, она была посвящена развитию теории лейденской банки. Начинаящий исследователь обратил на себя внимание и получил место преподавателя физики в школе родного города. К этому времени относятся исследования Вольты по химии и изобретение ряда физических и химических приборов. Он исследовал горючие газы, открыл болотный газ (метан) и пришел к выводу, что последний образуется вследствие разложения животных и растительных останков, тогда как в этот период в химии господствовало представление о чисто минералогическом происхождении горючих газов. Он изобрел, в частности, водородную лампу и эвдиометр, употребляемый при газовом анализе.

Всемирную известность принесло Вольте изобретение электрофора (1777). В том же году он стал профессором физики в университете Павии, с которым связана вся дальнейшая твор-

ческая жизнь ученого вплоть до ухода в отставку в 1819 г. Последние годы жизни, отойдя от научных исследований, он провел безвыездно в родном городе, где умер 5 марта 1827 г.

К началу дискуссии с Гальвани Вольта был уже известным ученым, особенно авторитетным в вопросах, связанных с электричеством. Кроме изобретения электрофора Вольте принадлежит создание чувствительного электроскопа с соломинками, плоского конденсатора, обнаружение проводимости пламени.

Поначалу Вольта, настороженный идеей о «животном электричестве», с недоверием отнесся ко всей работе Гальвани. Тщательно повторив его опыты, Вольта убедился в точности сделанных Гальвани наблюдений. Однако сомнения в справедливости их объяснения остались.

В результате многочисленных опытов и тонких рассуждений в 1793 г. Вольта пришел к выводу, что эффекты, обнаруженные Гальвани, не являются порождением самого организма, а возникают как следствия соприкосновения разнородных металлов. Он определяет «контактный ряд» металлов, создающих «напряжения» при соприкосновении.

Вольта продолжает исследования с целью повышения контактного напряжения. Он строит цепи, состоящие из различных металлов, надеясь, что это приведет к увеличению конечного результата. Но эта надежда не сбылась: в 1796 г. ученый сформулировал закон, согласно которому напряжение между крайними металлами в цепи, составленной из различных проводников, равно напряжению, которое устанавливается при непосредственном контакте крайних металлов незамкнутой цепи. Эти исследования и привели ученого к изобретению вольтова столба — первого источника постоянного электрического тока. Араго писал, что прибор Вольты «был самым замечательным прибором, когда-либо изобретенным людьми, не исключая телескопа и паровой машины».

Мир узнал об этом изобретении из письма ученого президенту Лондонского Королевского общества Дж. Бэнксу, датированного 20 марта 1800 г. Уже вскоре во многих странах ученые начали создавать «вольтовы столбы» и исследовать новые физические явления. Так, в том же году А. Фуркруа обнаружил тепловое действие электрического тока, а У. Никольсон и А. Карлейль открыли явление электролиза. В 1802 г. русский физик В. В. Петров с помощью гигантской батареи, составленной из элементов Вольты, впервые получил электрическую дугу.

Впечатление, которое произвело на научный мир открытие Вольты, характеризуется тем, что ученого пригласили во Францию и в Англию для демонстрации его «столба». В Париже он показывал опыты на заседании Академии наук, на котором присутствовал Бонапарт. За большой вклад в науку Вольта был удостоен ряда наград, был избран иностранным членом Лондонского Королевского общества и Академии наук Франции.

## Об электричестве, возбуждаемом простым соприкосновением различных проводящих веществ

---

*Комо, 20 марта 1800 года*

После долгого молчания, в чем я не стану оправдываться, я хочу сообщить Вам, а через Вас Королевскому обществу о некоторых поразительных результатах, к коим я пришел во время моих опытов с электричеством, возбуждаемым простым взаимным соприкосновением двух различных металлов, и даже иных проводников также различной природы, жидких или содержащих некоторую влагу, которой они как раз и обязаны своею проводимостью.

Самым основным и включающим почти все остальные результаты является постройка прибора, сходного по эффектам, т. е. по сотрясению, вызываемому в руках и т. д., с лейденскими банками или с такими электрическими слабо заряженными, но непрерывно действующими батареями, где бы заряд после каждого взрыва восстанавливался сам собой; одним словом, этот прибор обладает бесконечным зарядом, постоянным импульсом или действием электрического флюида. Но он в то же время значительно отличается от них и непрерывным, ему свойственным действием, и тем, что он состоит исключительно из нескольких незлектриков<sup>1</sup>, выбранных среди самых лучших проводников, а потому совсем не обладающих, как считалось до сих пор, электрической природой. Лейденские же банки и электрические батареи, как известно, состоят из одной или более изолированных пластинок, из тонких слоев вещества, обычно считаемых электрическими, и снабжены проводниками или так называемыми незлектрическими телами. Действительно, мой прибор, который несомненно удивит Вас, представляет собой собрание некоторого количества хороших проводников разного рода, расположенных в известном порядке. Его образуют 30, 40, 60 (и более) кусков меди (или лучше серебра), наложенных каждый на кусок свинца (или лучше цинка), и такого же количества слоев воды или другого лучшего жидкого проводника, как, например, соленая вода, щелок и т. п., или кусков картона, кожи и т. п., пропитанных этими жидкостями. Мой новый прибор состоит, таким образом, из указанных слоев, помещенных между каждой парой, или комбинацией из двух различных металлов, из такой перемежающейся последовательности и всегда в одном порядке, этих трех проводников. Он по своим действиям подражает лейденским банкам или электрическим батареям, вызывая такие же сотрясения, как и они. Он, правда, значительно отстает от этих батарей, даже сильно заряженный, в отношении силы взрыва, искры, расстояния, на котором происходит разряд, и т. п. и действует как очень слабо заряженная ба-

тарая, в то же время обладающая огромной емкостью. С другой стороны, он бесконечно превосходит силу и возможности этих же батарей, ибо не требует предварительной зарядки посторонним электричеством и вызывает сотрясение всякий раз, когда к нему прикасаются надлежащим образом, сколько бы раз это ни проделывалось.

Этот прибор, более сходный по существу, как я покажу дальше, с естественным электрическим органом электрического ската или электрического угря и т. п., чем с лейденской банкой и известными электрическими батареями, я назову искусственным электрическим органом<sup>2</sup>. На самом деле, разве он не состоит также только из проводников? Разве он, кроме того, не активен сам по себе без предварительного заряжения, без всякого электричества, возбуждаемого каким-либо из известных методов, но действует беспрестанно и безостановочно, вызывая в любой момент более или менее сильные сотрясения, возобновляющиеся при каждом прикосновении, которые при частом повторении создают то же оцепенение органов, как и при прикосновениях к скату?

Я опишу подробнее этот и аналогичные приборы, а также самые замечательные из относящихся сюда опытов.

Я заготовил несколько дюжин небольших круглых пластинок или дисков из меди, латуни и лучше всего серебра с диаметром примерно 1 дюйм и такое же количество оловянных пластинок (или еще лучше цинковых) примерно той же формы и величины. Я говорю примерно, потому что точность здесь не имеет значения и вообще величина и форма металлических частей произвольны. Самое важное, чтобы их можно было удобнее поместить одну над другой в виде столба. Кроме того, я приготовил большое количество кружков из картона, кожи или любого губчатого материала, впитывающего и задерживающего много воды или другой жидкости, которой они должны быть сильно смочены для успешного опыта. Эти кружки, которые я буду называть мокрыми дисками, делаются несколько меньше, чем металлические, чтобы, находясь между последними, они не выходили за их края.

Когда все это находится у меня под рукой и в надлежащем порядке, т. е. металлические диски в сухом и чистом виде, а неметаллические — хорошо пропитаны простой водой (или еще лучше соленой) и слегка отжаты, чтобы жидкость не стекала, я их складываю в должной последовательности.

Я кладу на стол или на какую-нибудь опору одну из металлических пластинок, например серебряную, а на нее цинковую и затем мокрый диск и т. д. в том же порядке. Всегда цинк должен следовать за серебром или наоборот в зависимости от расположения их в первой паре, и каждая пара перекладывается мокрым диском. Таким образом, я складываю из этих этажей столб такой высоты, который может держаться не обрушиваясь.

Если он содержит около 20 подобных этажей, то он не только показывает на электрометре Кавалло<sup>3</sup>, снабженном конденсатором,

свыше 10 или 15°, и заряжает этот конденсатор простым прикосновением, так что получается искра и т. п., но и ударяет в пальцы, если касаться ими его двух концов (верхушки и основания столба) двумя или несколькими слабыми и более или менее частыми толчками в зависимости от частоты этого соприкосновения. Эти удары вполне сходны с легким сотрясением, испытываемым при касании к лейденской банке, слабо заряженной, или к ослабевшему скату, который больше походит на мой прибор своими без конца повторяющимися ударами.

Чтобы получились эти слабые сотрясения, описанные мною, необходимо, чтобы пальцы, которыми одновременно касаются двух концов, были смочены водой, ибо в противном случае кожа является недостаточно хорошим проводником. Чтобы результаты были еще надежней и сотрясения сильнее, необходимо соединить основание столба, т. е. диск дна, при помощи достаточно широкой пластинки или толстой металлической проволоки с водой довольно большого таза и чашки, куда опускают один, два, три пальца или всю руку, касаясь одновременно верхнего края (последнего или одного из последних дисков столба) концом металлической пластинки, находящейся в другой сильно смоченной руке, причем рука должна охватывать большую ее часть и сильно ее сжимать. Уже ощущается легкое покалывание или сотрясение в одном или двух суставах пальца, погруженного в воду таза, если касаться пластинкой в другой руке четвертой и даже третьей пары дисков. Если прикасаться к 5-й, затем 6-й паре их, переходить постепенно все выше и выше к вершине столба, то можно ясно наблюдать, как постепенно увеличивается сила сотрясений. Сила, полученная от колонны, состоящей из 20 пар дисков (не более), такова, что происходят сотрясения, ощущаемые всем пальцем, притом довольно болезненные, если он один был погружен в воду таза. Они распространяются до запястья (но без всякой боли) и даже до локтя, если вся рука целиком или частично была опущена в таз, и даже чувствуются в запястье другой руки.

Я предполагаю, что были приняты все меры для надлежащей конструкции такого столба, что каждая пара металлов, состоящая из серебряного и цинкового дисков, сообщается со следующей парой таких же дисков при помощи достаточного слоя влаги, например чистой воды и, еще лучше, соленой, или же при помощи диска из картона, кожи или чего-либо подобного, хорошо пропитанного этой соленой водой. Этот диск не должен быть слишком маленьким, и поверхности его должны плотно прилипать к поверхностям металлических пластинок, которые он разделяет. Это чрезвычайно важное условие. Что касается металлических пластинок каждой пары, то они могут касаться друг друга лишь в нескольких точках.

Мимоходом замечу, что если для свободного прохождения электрического тока средней силы достаточно соприкосновения металлов (прекрасных проводников) всего лишь в нескольких

точках, то жидкости или тела, пропитанные влагой, являющиеся худшими проводниками, требуют широкой площади касания с металлическими проводниками, а еще более между собой, чтобы электрический ток легко проходил и не задерживался на своем пути, особенно если он движется с незначительной силой, как в нашем случае.

В общем, действие (испытываемое сотрясение) моего прибора возрастает по мере увеличения температуры окружающего воздуха, или воды, или смоченных дисков, входящих в состав столба или даже воды таза, так как тепло улучшает проводимость воды, еще лучше она становится от всех солей и, в частности, от поваренной соли. Вот одна из причин, вернее, даже единственная, почему лучше применять соленую воду в тазах и в промежутках между металлическими дисками, а также для пропитки картонных и т. п. дисков, как я уже указывал выше.

Но все эти меры приводят все-таки к слишком незначительным результатам и слабым сотрясениям, если столб состоит всего лишь из 20 дисков, хотя бы они были из самых лучших металлов для данного опыта, таких, как серебро и цинк; будь они из серебра и свинца или олова, или из меди и олова, эффект был бы в два раза меньше, если не возместить их меньшую силу большим числом дисков. Таким образом, электрическая сила этого прибора увеличивается и доводится до силы ската, электрического угря или даже превышает при помощи большого числа дисков, расположенных так, как я указывал. Если к этим 20 парам прибавить еще 20 или 30 других, расположенных в том же порядке, то сотрясения, вызванные таким длинным столбом (я укажу потом, как его поддерживать, чтобы он не обрушился, или, еще лучше, разделить его на два столба или более), отличаются значительно большей силой и пройдут по двум рукам до плеча, особенно в руке, погруженной в воду. Эта рука с предплечьем немеет, если повторить сотрясения несколько раз и быстро друг за другом, и это происходит в том случае, если погружена в воду таза вся рука. Если же опустить туда один лишь палец, весь или часть его, то сотрясения, сконцентрированные на нем одном, будут так болезненны и жгучи, что вынести их невозможно.

Нужно думать, что этот столб, образуемый из 40 или 50 пар металлов и вызывающий довольно сильные сотрясения в руках одного лица, заставит почувствовать подобные сотрясения, хотя и в более слабой степени, ряд лиц, держащихся за руки (мокрые) и образующих непрерывную цепь.

Возвращаясь к описанию механической конструкции моего прибора, имеющего ряд вариантов, я опишу здесь не все те, которые я придумал и выполнил или в большом, или в малом масштабе, но лишь некоторые из них, самые любопытные или полезные, обладающие каким-либо действительным преимуществом, например более легким или быстрым выполнением, более надежной работой и лучшей сохранностью.



Рис. 71

Начнем с одного из них, объединяющего, может быть, все эти преимущества и в то же время отличающегося внешним видом от прибора со столбом, описанного выше. Недостаток его состоит в том, что он слишком объемист. Изображение этого прибора, который я назову устройством с цепью из чашек, дается на рис. 71.

Несколько стаканов из любого материала, кроме металлов, например из дерева, глины, черепахи и еще лучше хрусталя (особенно удобны маленькие кубки или стаканчики), наполняются наполовину чистой или соленой водой или щелоком. Они сообщаются друг с другом так, что образуется подобие цепи при помощи металлических дуг, из которых одно плечо  $Aa$  или только конец  $A$ , погруженный в стаканчик, сделан из красной или желтой меди или лучше из посеребренной меди, а другой  $Z^4$ , опущенный в следующий стаканчик, — из олова или лучше из цинка. Замечу, что щелок и другие щелочные жидкости следует предпочесть, когда один из погруженных металлов — олово. Лучше применять соленую воду при цинке. Оба металла, образующие дугу, спаяны в любом месте выше части, погруженной в жидкость; эта последняя часть должна обладать довольно большой поверхностью. Поэтому она должна иметь вид пластинки в 1 кв. дюйм или около этого, остальная часть дуги может быть совсем тонкой, даже состоять из простой металлической проволоки. Она может быть совсем из другого металла, чем части, погруженные в жидкость стаканчиков, ибо действие электрического флюида всех контактов нескольких чередующихся металлов, или сила, с какой этот ток проталкивается до конца, почти или совсем равна получаемой при непосредственном контакте первого металла с последним без промежуточных контактов<sup>5</sup>, как я удостоверился на опытах, о чем я еще буду говорить.

Таким образом, ряд из 30, 40, 60 таких стакаичиков, связанных, как указано, друг с другом и расставленных или по прямой линии, или по кривой, или по изогнутой любым образом, образует новый прибор. Он по существу и по материалу есть тот же столб, что описан выше. Основное здесь в непосредственном сообщении между различными материалами, составляющими пару, и промежуточной связью между одной парой и другой, реализующейся при помощи влажного проводника, что имеет место как в первом, так и во втором приборе. (...)

## Комментарий

Перевод с английского письма А. Вольты, опубликованного в «Philosophical Transactions» (1800, vol. 90, p. 403—431), выполнен М. И. Радовским. Отрывок из этого письма воспроизводится по изданию: Радовский М. И. Гальвани и Вольта. К 150-летию открытия электрического тока. М. — Л., 1941.

- <sup>1</sup> «Неэлектриками» в XVIII в. называли проводники, которые невозможно было наэлектризовать.
- <sup>2</sup> Позже французские физики начали называть прибор Вольты «вольтовым столбом», исходя из формы его первых образцов.
- <sup>3</sup> Электрометр Кавалло представлял собой пару бумажных шариков, подвешенных на шелковых нитях, верхние концы которых закреплялись в одной точке.
- <sup>4</sup> Обозначения пластин A и Z соответствуют начальным буквам слов *argentum* (серебро) и *zincum* (цинк).
- <sup>5</sup> Здесь впервые формулируется закон Вольты.

## Литература

- [1] Собрание сочинений А. Вольты: *La opere di Alessandro Volta. Vols. 1—7. Milano, 1918—1929.*
- [2] Maraldi U. *La vita di Alessandro Volta. Firenze, 1959.*
- [3] Dibner B. *Alessandro Volta and the electric battery. N. Y., 1964.*
- [4] Радовский М. И. Гальвани и Вольта. М. — Л., 1941.
- [5] Околотин В. Вольта. М., 1986.



**Голин Г. М., Филонович С. Р.**

Классики физической науки (с древнейших времен до начала XX в.): Справ. пособие. — М.: Высш. шк., 1989. — 576 с.: ил. ISBN 5-06-000058-3