

Из истории электротехники

Луиджи Гальвани

(9. 9. 1737—4. 12. 1798)

В этом году исполняется 220 лет со дня рождения Луиджи Гальвани, итальянского врача, работы которого положили начало созданию отдела науки об электричестве, названного его именем (гальванизм).

Гальвани родился 9 сентября 1737 г. в Болонье. О его жизни сохранились лишь очень скудные сведения. Поступив на медицинский факультет Болонского университета он скоро обратил на себя внимание профессора анатомии Галеацци. Дочь Галеацци Лючия стала впоследствии женой Гальвани. Окончив университет, Гальвани занял в нем должность преподавателя, а после смерти Галеацци получил кафедру анатомии. Здесь он читал лекции студентам, занимался исследованиями в области анатомии, не оставляя и врачебной практики.

В 1762 г. двадцатипятилетний Гальвани защитил докторскую диссертацию на тему «Кости, их природа и образование». Следующие две его работы относились также к области анатомии. Однако Гальвани отказался от их опубликования, так как аналогичные исследования были выполнены независимо от него итальянским естествоиспытателем А. Скарпа. В 1782 г. Гальвани получил кафедру гинекологии и акушерства.

В 1780 г. в научной деятельности Гальвани начался период, который принес ему широкую известность. За 10 лет им были сделаны открытия, обесмертившие имя скромного врача из Болоньи. Его работы по животному электричеству завершились опубликованием в 1791 г. знаменитого «Трактата о силах электричества при мышечном движении», вызвавшего по всей Европе широкую волну работ по воздействию электричества на организм животных.

Начало работам Гальвани в этом направлении положил случай, который сам ученый описывает так:

«Я разрезал и препарировал лягушку и, имея в виду совершенно другое, поместил ее на стол, на котором находилась электрическая машина, при полном разобщении с кондуктором последней и на довольно большом расстоянии от него. Когда один из моих помощников острием скальпеля случайно очень легко коснулся внутренних бедерных нервов этой лягушки, то немедленно все мышцы конечностей начали так сокращаться, что казались впавшими в сильнейшие тонические судороги. Другой же из них¹, который помогал нам



в опытах по электричеству, заметил, как ему казалось, что это удастся тогда, когда из кондуктора машины извлекается искра. Удивленный новым явлением, он тотчас же обратил на него мое внимание, хотя я замыслил совсем другое и был поглощен своими мыслями. Тогда я зажегся невероятным усердием и страстным желанием исследовать это явление и вынести на свет то, что было в нем скрытого».

Так начинается глава I трактата Гальвани. Пытливый исследователь немедленно начал повторять этот опыт, постоянно изменяя его условия. Позднее он

заменял электрическую машину лейденской банкой, изобретенной незадолго до этого. Сокращения мышц наблюдались и тогда, когда препарат был погружен в воду, которая играла здесь роль проводника. Гальвани помещал машину или лейденскую банку на расстоянии свыше 100 м от препарата, присоединенного к ней длинной проволокой, результаты получались те же.

Таким образом, Гальвани испробовал все известные ему виды искусственного электричества. Закончив этот начальный этап своей работы, он перешел к опытам с атмосферным, или, как тогда говорили, «естественным» электричеством. Природа молнии, представляющей собой сильный электрический разряд, была раскрыта еще за 40 лет до работ Гальвани Франклином и Ломоносовым.

Методика эксперимента Гальвани описана во второй части его «Трактата». Длинной проволокой, привязанной к самой высокой точке дома, Гальвани касался нервов препарированной лягушки, в то время как мышцы последней были соединены с другим проводником, опущенным в колодезь до самой воды. Как и ожидал исследователь, каждый раз при вспышке молнии мышцы «впали в сильнейшие и многократные сокращения». Такой же эффект ученый наблюдал и в отсутствие молний, если близко проходили тяжелые грозовые облака. Это побудило его испробовать «могущество» дневного и спокойного электричества, т. е. электрических зарядов, присутствующих в атмосфере при ясной погоде. Здесь то и произошел второй счастливый случай², который стал поворотным пунктом в работах Гальвани и толкнул его на постановку новых опытов, составивших основу его открытия.

¹ Полагают, что это была Лючия Галеацци — жена Гальвани.

² В сентябре 1786 г., судя по надписи на мемориальной доске, установленной на доме, где жил Гальвани.

«Замечая иногда, что препарированные лягушки, которые были подвешены на железной решетке, окружавшей балкон нашего дома, при помощи медных крючков, воткнутых в спинной мозг, впадали в обычные сокращения не только в грозу, но иногда также при спокойном и ясном небе, я решил, что эти сокращения вызываются изменениями, происходящими днем в атмосферном электричестве.

В различные часы и в течение многих дней я наблюдал за животными, подготовленными для этого соответствующим образом, но в их мышцах почти не наблюдалось движений. Утомленный, наконец, тщетным ожиданием, я начал прижимать медные крючки, воткнутые в спинной мозг, к железной решетке. Хотя я нередко наблюдал сокращения, но ни одно не соответствовало перемене в состоянии атмосферы и электричества». Эти сокращения мышц Гальвани объяснил опять-таки влиянием атмосферного электричества, накапливающегося в мышце и разряжающегося при соприкосновении последней с решеткой. Но он вынужден был изменить свою точку зрения после того, как воспроизвел этот опыт в закрытом помещении, где влияние атмосферного электричества, как он считал, было исключено.

«Когда же я перенес животное в закрытую комнату, поместил на железной пластинке и стал прижимать к ней проводящий через спинной мозг крючок, то появились такие же сокращения, такие же движения. То же самое я постоянно наблюдал при употреблении других металлов...».

Казалось, вывод из этих экспериментов напрашивался сам собой: здесь, как и в прежних опытах, мышца сокращалась под воздействием электричества, порождаемого внешним источником, в данном случае соединением двух различных металлов. Но Гальвани сделал противоположный вывод: он решил, что открыл новый вид электричества, источником которого является сама лягушка, и назвал его «животным электричеством». И хотя мысль об электричестве, присутствующем в живых организмах, была правильной и подтвердилась дальнейшими опытами Гальвани и его последователей, все же объяснения, которые он дал с этой точки зрения своим экспериментам, не выдержали критики его современников, и это в значительной мере уменьшило научную славу Гальвани, может быть, не вполне заслуженно.

Но так или иначе Гальвани бесспорно доказал одно очень важное положение: чтобы сокращения мышц имели место, необходимо соединить мышцы и нервы проводящей металлической дугой, образовав замкнутую цепь. Животное электричество, по мнению ученого, как и всякий другой вид электричества, имеет двойственную природу, причем как положительное, так и отрицательное электричество сосредоточено в тканях животного. Мышцу Гальвани рассматривал как некое подобие лейденской банки или «магического квадрата» (как называли тогда плоский конденсатор), где мышечное и нервное волокна играют роль двух обкладок, заряженных разноименным электричеством. Прикладывание к обкладкам этого своеобразного живого конденсатора проводящей

металлической дуги вызывает его разряд; течение животного электричества, этого «тончайшего нервного флюида» по цепи и вызывает, считал Гальвани, сокращение мышц лягушки. Рассматривая металлы в этих явлениях лишь как проводники, ученый применял серебро и медь наряду с железом только вследствие их хорошей проводимости.

Таким образом, Гальвани высказал с полной отчетливостью мысль об электрическом токе, как о течении электрических зарядов по замкнутой цепи, составленной из проводников. Но источника этого тока в своих опытах он так и не смог правильно определить.

И все же мысль о животном электричестве не была неверной. Опыты удавались и с применением одного металла в качестве проводящей дуги; только сокращения были гораздо слабее, чем в опытах с двумя металлами. А впоследствии Гальвани ставил свои эксперименты, полностью исключив из них участие металлов, и даже препарировал лягушек стеклянными ножами. Составив цепь из одних только животных тканей, он получил слабые сокращения мышц. Это было настоящим доказательством существования физиологического электричества, но оно помешало исследователю заметить, что большинство описанных им явлений вызывалось не этим, а значительно более сильным «металлическим» электричеством, возникающим на границе двух металлов.

Опыты Гальвани сразу привлекли внимание физиков и физиологов. Концепция «животного электричества» привлекла много сторонников; среди них был и Александр Вольта, в то время уже известный ученый. Приступая к воспроизведению экспериментов Гальвани, Вольта полностью разделял его теоретические представления. Однако уже через год он сумел выделить главное в открытом Гальвани явлении: самые сильные сокращения мышц наблюдаются в том случае, если дуга, соединяющая нерв и мышцу, составлена из разнородных металлов. Вольта разделил металлы по этому признаку на несколько классов; наиболее сильный эффект производила пара цинк—серебро.

Наконец, в 1794 г. Вольта окончательно оставил теорию животного электричества. В письме к доктору Вазалли он пишет: «Что вы думаете о так называемом животном электричестве? Что касается меня, то я давно убедился, что все действие возникает первоначально вследствие прикосновения металлов к какому-нибудь влажному телу или к самой воде. В силу такого соприкосновения электрический флюид гонится в это влажное тело или в воду от самих металлов, от одного больше, от другого меньше (больше всего от цинка, меньше всего от серебра)».

Эти слова Вольты означали полный разрыв с взглядами Гальвани. То, что опыты последнего удавались и с применением дуги из одного металла, объяснялось, по мнению Вольты, тем, что однородность металла только кажущаяся: концы дуги отличаются друг от друга механической обработкой, состоянием поверхности, степенью окисленности и т. п. А через некоторое время Вольта совершенно исключил из своих экспериментов

животные ткани, зарядив при помощи металлической пары конденсатор. От этих опытов вела прямая дорога к созданию электрохимического источника тока. Таким образом, опыты Гальвани стали в конечном счете исходным пунктом работ по созданию науки о гальванических элементах, сыгравших важную роль в развитии теоретической и экспериментальной электротехники и получивших в наше время широкое практическое применение.

Сообщение об опытах Вольты потрясло до самого основания стройное на первый взгляд здание, воздвигнутое Гальвани. Даже самые горячие его сторонники вынуждены были признать существование металлического электричества, по крайней мере, наряду с животным. Но Гальвани, по образованию физиолог, не признавал металлического электричества, так же как физик Вольта не принял теорию животного электричества. Между «гальванианцами» и сторонниками Вольты разгорелась страстная дискуссия, продолжавшаяся и после смерти Гальвани, и результаты ее были чрезвычайно плодотворны для обеих теорий.

Возражения Вольты толкнули Гальвани на постановку упомянутых уже экспериментов, доказавших существование физиологического электричества. Тем не менее, теория животного электричества были забыта, а теория металлического электричества Вольты бурно развивалась. Подлинным ее триумфом было изобретение в 1800 г. вольтова столба, которое сразу сделало Вольту знаменитым и его взгляды общепризнанными.

Гальвани не дожидаясь этого: он умер 4 декабря 1798 г. в возрасте 61 года. Но у него нашлись последователи. 30 лет спустя итальянский физик Нобили построил чувствительный гальванометр и установил наличие токов в теле лягушки от мышц к нервам, которые он назвал «собственными токами лягушки». Маттеуччи наблюдал токи между мышцами различных частей тела лягушки. Наконец, в работах германского ученого дю-Буа-Реймона, изучавшего в середине прошлого века природу возбуждения в мышцах и нервах в связи с протекающими в них электрическими процессами, теория животного электричества нашла свое второе рождение.

В наши дни электрофизиология получила широкое развитие. В этой области работал акад. П. П. Лазарев, создавший ионную теорию возбуждения, и другие советские ученые. В числе разработанных электрофизиологических методов научного исследования и диагностики — электрокардиография и энцефалография, изучающие электрические токи в сердечной мышце и мозге.

В честь Гальвани в 1804 г. была выбита медаль, а в 1814 г. в Болонье воздвигнут памятник с надписью: «Алоизию Гальвани, врачу-хирургу, доктору анатомии и акушерства, обогатившему физику названным его именем открытием, с необычайным усердием создавшему замечательное учение, товарищи и друзья всесветно славного мужа».

Ю. В. ПЛЕСҚОВ

Институт физической химии Академии наук СССР

