

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО



ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

1953

8

Выдающийся русский физик Г. В. Рихман и его роль в истории науки об электричестве

К 200-летию со дня смерти
Проф. Я. Г. ДОРФМАН
Ленинград

*„Память его никогда
не умолкнет“*

Ломоносов

6 августа (26/VII) 1753 г. трагически погиб от удара молнии во время исследования атмосферного электричества выдающийся русский ученый, современник и сподвижник Ломоносова, действительный член Петербургской академии наук Георгий Вильгельмович Рихман.

Событие это глубоко возмущало всю русскую общественность и всю мировую науку.

Рихман пал жертвой исследования новооткрытого явления природы — электричества.

Г. В. Рихман родился в г. Пернове (Эстония) 22 июня 1711 г. Он получил физико-математическое образование в германских университетах в Галле и Иене. В 1734 г. Рихман прибыл в Петербург в качестве домашнего учителя в семью канцлера А. И. Остермана. Однако уже в следующем, 1735 году, Рихман был зачислен студентом физического класса в Петербургскую академию наук, при которой, как известно, до основания Петербургского университета существовал особый академический университет. В 1740 г. Рихман стал адъюнктом, в январе 1741 г. был утвержден в должности штатного профессора физики, а в 1744 г. заменил уехавшего за границу профессора Краффта по заведыванию физическим кабинетом.

В Академии Рихман развернул широкую научную, преподавательскую и популяризаторскую деятельность. За период с 1741 по 1753 г. им было опубликовано в Комментариях Русской академии наук 15 экспериментальных исследований по разнообразным вопросам физики и метеорологии.

Рихман осуществил впервые в истории физики измерения теплопроводности. Он впервые установил носящую его имя формулу, позволяющую вычислять температуру смеси различно нагретых



Рис. 1. Портрет Г. В. Рихмана (с гравюры XVIII в.).

масс одной и той же жидкости. Ряд работ Рихмана был посвящен вопросу о скорости испарения воды в различных условиях, причем для этой цели им был сконструирован специальный измерительный прибор — «атмометр». Рихман зарекомендовал себя как первоклассный экспериментатор.

Примерно в 1744 г. Рихман приступил к проведению разнообразных экспериментальных исследований по электричеству. Уже в самом начале этих работ ему удалось сконструировать новый электронизмерительный прибор — «указатель электрической силы».

Для более полного представления обстановки, в которой проходили пер-

вые работы Г. В. Рихмана по электричеству, напомним некоторые особенности той эпохи. Занятые опытами по электричеству считалось в то время модным. Императрица Елизавета «милостиво» распорядилась отвести в Зимнем дворце специальную «камору», где бы профессор Рихман мог «чинить эксперименты по электричеству» и демонстрировать их двору.

Таким образом, на Рихмана в угоду прихоти великосветского окружения Елизаветы была возложена незавидная обязанность развлекать царшу и ее двор эффектными экспериментами. Но Рихман использовал эту ситуацию в интересах науки и проводил в находившейся в его распоряжении лаборатории научные исследования и физические опыты.

Михаил Васильевич Ломоносов проявлял большое внимание исследованиям Рихмана по электричеству. Они были однолетками и крепко подружились. В 1745 г. Ломоносов был утвержден в звании профессора химии. На протяжении всех последующих лет профессор химии Ломоносов и профессор физики Рихман вели свои

исследования по электричеству в самом тесном контакте.

Начиная с 1752 г., Рихман развернул экспериментальное изучение природы атмосферного электричества. Опыты эти подробно освещались в академической газете «Санкт-Петербургские Ведомости» и пользовались широкой известностью.

Помимо научных работ Рихман читал лекции по математике и физике студентам академического университета.

Некоторые из студентов помогали ему в постановке физических экспериментов и в подготовке его работ к печати (например, С. К. Котельников, впоследствии академик).

Наряду с научной и педагогической деятельностью Рихман вел большую популяризаторскую работу, систематически публикуя в академическом научно-популярном журнале «Примечания на Ведомости» статьи и заметки по самым различным вопросам естествознания. В этих статьях и заметках он сообщал русским читателям обо всех новинках русской и иностранной науки.

В бумагах Г. В. Рихмана, хранящихся в архиве Академии наук СССР, имеется толстая тетрадь, содержащая краткие конспекты прочитанных им статей в научной периодике. Заметки Рихмана в «Примечаниях на Ведомости» свидетельствуют о его очень широком образовании и разносторонних интересах.

Предпринятые Рихманом и Ломоносовым опыты по атмосферному электричеству были чрезвычайно опасными. «Он не отвращал, а притягивал к себе молнию и многие предупреждали его, чтобы он действовал осторожнее», говорится в официальном некрологе, посвященном гибели Рихмана. Оба исследователя несомненно сознавали эту опасность. Так, например, Ломоносов писал в 1752 г.: «Чинил электрические и воздушные наблюдения с немалой опасностью». В по смерти опубликованном последнем труде Рихмана по электричеству мы находим следующие, его собственные, слова: «...Именно теперь, в настоящее время, также и физикам дан повод проявить некую смелость и дерзновение в рискованном деле. Поэтому, так как моя обязанность состоит, насколько это в моих силах, в исследовании законов природы, ничто не могло меня отвлекать от этого рода наблюдений».

Трагическая гибель Рихмана заставила ученых всего мира задуматься о методах предупреждения подобных несчастий в будущем. Недаром Британское королевское общество на двух заседаниях обсуждало вопрос обо всех обстоятельствах этой катастрофы.

В то же время гибель Рихмана использовалась реакционными кругами в России и за рубежом для борьбы против науки и просвещения. Мракобесы твердили о том, что «бог наказал нечестивого ученого» за его попытку постигнуть природу грома и молнии, являющихся, дескать, проявлением «божественного гнева». Повидимому, в результате этой реакционной кампании

официальные круги оставили семью Рихмана всякой поддержки.

В память друга за его семью вступил М. В. Ломоносов. В трогательном письме по этому поводу, обращенном к И. И. Шувалову, Ломоносов писал: «...Умер господин Рихман прекрасною смертью, исполняя по своей профессии должность. Память его никогда не умолкает. Чтобы сей случай не был протолкван против приращения наук, всепокорнейше прошу милость вашу...» Ломоносову пришлось выдержать немалую борьбу, но в конце концов точка зрения Ломоносова восторжествовала, и когда вышел том «Новых комментариев Петербургской академии наук», содержащий посмертные сочинения Рихмана, то в официальном некрологе было сказано, что судьба Рихмана оказалась подобной судьбе «Орфея, Эскулапа и Зороастра, погибших как и он от удара молнии».

«И если окажутся в дальнейшем, — продолжал некролог, — другие мученики науки, которые примут смерть при самом исполнении своих профессиональных обязанностей и вследствие не исполнения, то первое место среди них будет принадлежать нашему Рихману».

Значение исследований Г. В. Рихмана по электричеству становится особенно ясным при учете положения этой новой области физики в начале XVIII в. Очень характерны с этой точки зрения известные слова М. В. Ломоносова «...электрическая сила... начала в ученом свете возрастать славою и приобретать успехи около 1740 года». В самом деле, в эти годы были достигнуты значительные успехи в области методики получения и изучения электрических эффектов: электризация стеклянных трубок движением рук стали заменять вращением стеклянных шаров; впервые был применен металлический кондуктор для отвода электричества; было обнаружено, что электризация тел не меняет их веса; в 1744 г. впервые было опубликовано сообщение о возможности зажигания спирта или эфира посредством искры; наконец, в 1745 г. была изобретена «лейденская» или «мушенбрёкова» банка, позволившая значительно усилить на опыте электрические эффекты; при этом было открыто стекание электрического заряда с острия и было установлено различие между разными телами в отношении их способности проводить электричество.

Однако, несмотря на эти относительные успехи, все экспериментальные исследования в области электричества не имели количественного характера. Ни одна электрическая величина фактически не измерялась. Французский физик Дюфэ предложил вешать на заряженные тела льняные нитки, концы которых расходились тем сильнее, чем больше была электризация. Но в таком грубом виде метод служил скорее для наглядности демонстрационных опытов, чем для какой бы то ни было количественной оценки. При таких условиях нельзя было, очевидно, обнаружить ни одной количественной закономерности, на которую могла бы опираться в дальнейшем научная теория электричества.

Таким образом, опыты приводили лишь к накопчиванию разнообразных расплывчатых наблюдений, а теории заключались в весьма произвольных догадках и допущениях и нередко содержали самые фантастические, заведомо нелепые выдумки.

Таково было положение науки об электричестве в 1744 г., когда Рихман осуществлял свои опыты по электричеству. Систематические исследования начались, как указывает сам Рихман, в начале февраля 1745 г.

Исследования по электричеству за период с 1745 по 1746 г. опубликованы Рихманом в большой статье на латинском языке «Новые данные о возбуждении в телах электричества», напечатанной в «Комментариях» Петербургской академии наук¹. Продолжение этих работ вплоть до лета 1753 г. изложено Рихманом в посмертно опубликованной статье, озаглавленной «Рассуждение об указателе электричества и его применении к определению искусственных и естественных электрических явлений».

Приступая к систематическим исследованиям по электричеству, Рихман сразу же обратил внимание на два обстоятельства: на методику возбуждения электрического состояния и на методику его измерения.

Вначале он применял стеклянные трубки для возбуждения электричества. При этом, «нередко испытывая усталость и боль в кистях и в руках от натирания трубок», Рихман «усиленно думал» над усовершенствованием описанной голландским физиком Гравезандом электрической машины с вращающимся стеклянным шаром. Устройство таких машин было по словам Рихмана еще крайне несовершенным. «При быстром вращении шара машины приходило в сотрясение все устройство, и даже стены деревянной пристройки», где Рихман проводил свои опыты, «а смола, посредством которой укреплялись оси, размягчалась от нагревания», и «движение становилось колеблющимся». «То и дело приходилось, — говорит Рихман, — менять стертые и изорванные веревки или потуже связывать распутившиеся веревки», служившие для связи и в качестве приводного ремня. «Это отнимало половину рабочего времени».

И Рихман переконструировал машину. Он устранил ее разбалтывание, подобрал размеры шкивов. «Когда я вращал сферу, — сообщает он с торжеством о своей усовершенствованной машине, — то колесо делало за две минуты два оборота, а сфера — двенадцать». Усовершенствование, кажущееся теперь столь простым, представляло тогда заметный шаг в деле улучшения техники эксперимента.

Получив таким образом надежный источник «электрической силы», Рихман приступил к разработке методики ее количественного измерения. Вспоминая в своей второй статье об этом периоде своей деятельности, Рихман писал: «Поскольку безупречный электрометр или инструмент

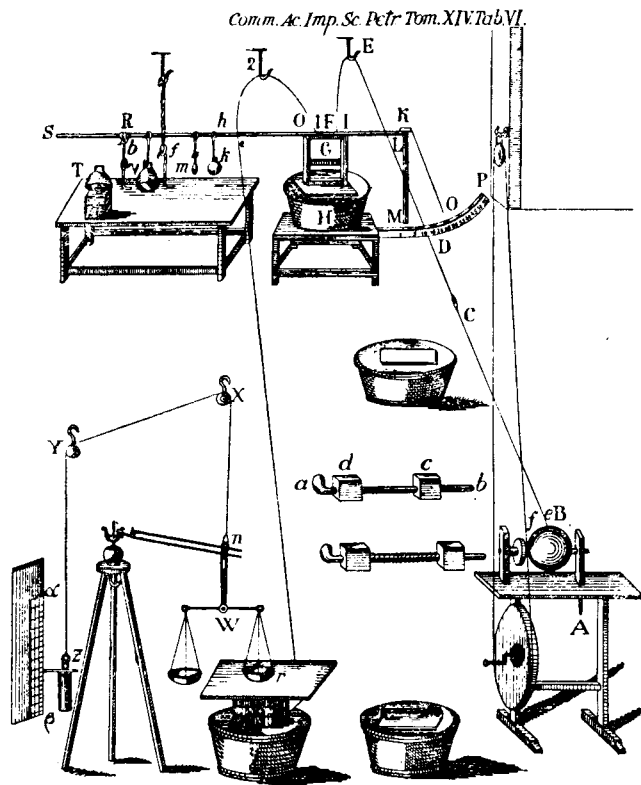


Рис. 2. Первая экспериментальная установка Г. В. Рихмана для исследования электризации и методов измерения электрической силы.

для определения электрической силы без всякого сомнения очень много содействовал бы развитию науки об электричестве, я начал с размышления о наиболее удобном способе определения электрической силы».

В своей первой работе Рихман рассказывает о трех испробованных им методах. Первый метод измерения электрической силы заключался в следующем. Рихман укрепил на подставке *G* (рис. 2), которая «была расположена на смоле», т. е. на изоляторе, посредством перекладки *SK* вертикальную металлическую линейку *LM*. «Вблизи линейки *K* я привязал льняную нить *KO* длиной в 2 лондонских фута² и такой толщины, что при длине в 456 лондонских дюймов она весила 16 гран. Таким образом льняная нить *KO*, будучи взвешена, должна была обнаружить вес в $\frac{384}{456}$ грана»³. Нить свисала параллельно линейке.

Когда линейка заряжалась электричеством, то нить отклонялась от вертикали. Угол между нитью и линейкой измерялся на деревянном квадранте *P*, укрепленном на столе и снабженном делениями. Рихман ясно понимал, что угол наклона нити определяется равновесием между «электрической силой» отталкивания нити от линейки и силой тяжести, поэтому подчеркивал, что показания указателя будут повторимыми при неизменности веса и длины нити. Иными словами, Рихман правильно рассматривал свой инструмент не как электроскоп, а как особого вида электрометр,

¹ „De electricitate in corporibus nova tentamina“, Commentarii Acad. Sc. Imp. Petropolitanae, t. XIV, p. 299—324.

² Около 60 см (А. Д.).

³ Около 45 мг (А. Д.).

измеряющий «электрическую силу». Но он понимал также, что без знаний закона зависимости электрической силы от расстояния, без теории того, что мы называем электрическим полем, а в те времена называли «электрическим вихрем», уточнить прибор невозможно.

Второй метод измерения «электрической силы», впервые испробованный Рихманом, заключался в применении обычных весов. Для этой цели он подвесил на изолирующем шелковом шнуре «большие весы W , вес которых составлял 12 русских фунтов». «Весы возвышались над железными грузами, ... погруженными в смолу». На одном из грузов покоилась металлическая плита, расположенная под чашей весов. Шелковый шнур, на котором были подвешены весы, был связан с конопляной веревкой и укреплен на блоках XU . Таким образом, имелась возможность регулировать расстояние между уравновешенными весами и металлической пластиной. Рихман говорит: «Я пользовался также весами для взвешивания электрической силы; наибольшей степени электризации, которую я мог бы возбудить силами моей сферы⁴, я поднял полторы драхмы⁵ на два лондонских дюйма».

Идея применения весов для абсолютных измерений «электрической силы», впервые осуществленная Рихманом, была впоследствии использована В. Томсоном (1867) и Кирхгофом (1883) для измерения малых разностей потенциалов и Абрагамом и Лемуаном (1895), а также А. А. Чернышевым (1910) для больших разностей потенциалов.

Третий метод измерения «электрической силы», примененный Рихманом, заключался в следующем. «Я укрепил, — говорит он, — на столе на стеклянной опоре, на расстоянии полудюйма от висящего железного молотка металлический колокол T ». Молоток был подвешен на льняной нити так, что его конец отстоял на расстоянии от железной проволоки, соединенной с машиной. Как только молоток электрически заряжается, он притягивается к колоколу и ударяет о него; «став менее наэлектризованным», он возвращается назад и снова электризуется. Это происходит периодически. «Начинаются удары молота о колокол и по мере увеличения электризации удары происходят чаще. Этот метод не привел к изобретению электроизмерительного прибора. Заканчивая описание этого метода, Рихман писал: «Я не сомневаюсь, что можно создать музыкальный инструмент из различных колоколов и молотков, надлежащим образом расположенных вблизи электризуемого аппарата». Но эта задача не интересовала Рихмана и к ней он больше не возвращался.

В вышеупомянутой первой работе Рихмана по электричеству описано множество любопытных опытов, имевших целью выяснить: 1) некоторые особенности «электрической силы» и 2) способность различных тел проводить электричество. Эти разнообразные наблюдения не представ-

ляют большого интереса для историка, хотя многие из них и были осуществлены Рихманом впервые.

В последующие годы Рихман направил свои усилия прежде всего на дальнейшее усовершенствование его «Указателя электрической силы». Впрочем, никаких принципиальных изменений не потребовалось. Прибор получил практическое применение почти в том виде, в каком он был впервые предоставлен общему собранию Петербургской академии наук 29 марта 1745 г. Интересно, что в эту эпоху в Западной Европе не имелось еще никаких электроизмерительных приборов. Все исследования крупнейших западноевропейских физиков по электричеству того времени являлись только качественными.

Таким образом, хотя в Западной Европе исследования электричества велись уже с конца XVI в., а в России они были начаты Г. В. Рихманом и М. В. Ломоносовым лишь в 1744 г., т. е. на полтора десятилетия позднее, тем не менее они уже с первых шагов велись в России на более высоком уровне.

В апреле 1749 г., т. е. через 5 лет после демонстрации Рихманом «Указателя электрической силы», Парижской академии наук был представлен электроизмерительный прибор Ж. П. ле-Руа и П. Д'Арси. «Электрическая сила» измерялась в нем по глубине погружения ареометра в сосуд с водой, стоящий на металлической пластине, соединявшейся с наэлектризованным телом. Описание этого прибора было впервые опубликовано в 1753 г. Это описание стало известным Рихману незадолго до его смерти. Теперь мы хорошо знаем, что электрометр ле-Руа и Д'Арси оказался мало пригодным для количественных измерений и широкого применения не получил. Между тем электрометр Рихмана применяется в модификациях в самых различных областях науки и техники по сей день (отметим, например, вариант электрометра Рихмана — современную модификацию последнего, выполненную Лоуритсеном для исследований космических лучей).

Вторая и последняя опубликованная работа Рихмана по электричеству «Рассуждение об указателе электричества и его применении к определению искусственных и естественных явлений электричества» была написана Рихманом незадолго до его кончины и напечатана посмертно в 4-м томе Новых комментариев Петербургской академии наук (за 1753—1754 гг.)*. Как указано в некрологе: «Знаменитейший автор предназначал эту диссертацию для академической речи на торжественном собрании Академии 6 сентября 1753 года, но по воле рока не произнес ее».

Г. В. Рихман должен был выступить с докладом о своих опытах и вытекающих из них принципах, а М. В. Ломоносов в том же собрании должен был выступить после Рихмана с теоретическими выводами и обобщениями о природе электричества. 10 июня (30 мая) 1753 г. Ломо-

* „De indice electricitatis et de ejus usu in definiendis artificialis et naturalis electricitatis phaenomenis dissertatio“. Novi Commentarii Acad. Sc. Imp. Petropolitanae, t. IV p. 241—269.

⁴ То-есть машины с вращающейся сферой (А. Д.).

⁵ Около 6 г (А. Д.).

иков сообщил о предстоящем выступлении на Собрании академии Шувалову: «Оный акт я буду справлять с господином профессором Рихманом, он будет предлагать опыты свои, а я теорию и пользу, от оной происходящую, к чему уже я приготавлиюсь». В протоколе Собрания академии в мае 1753 г., когда назначались доклады Ломоносова и Рихмана, было записано, что Рихман «изъяснит явления и законы электричества».

Как известно, в связи с трагической гибелью Рихмана публичный акт Академии был отложен и состоялся 7 декабря (26 ноября) 1753 г. Произнесение публичного доклада после долгой борьбы из-за интриг, направленных против М. В. Ломоносова, было возложено все же на Ломоносова, который выступил со своим знаменитым «Словом о явлениях воздушных, от Электрической силы происходящих», освещавшим теорию атмосферного электричества и некоторые практические выводы из нее. Доклад Рихмана оглашен не был. Однако чтение обоих текстов убедительно показывает, что доклады, подготовленные Рихманом и Ломоносовым, находились в тесной связи друг с другом.

В своей работе Рихман уделил внимание прежде всего некоторым деталям конструкции электрического указателя как лабораторного переносного прибора и проверке его работы (рис. 3). Как строгий и требовательный к себе экспериментатор, Рихман подчеркивал, что прибор его нельзя еще считать безупречным. Он считал крайне важным, «чтобы можно было, наконец, открыть закон убывания электричества и исследовать строение возбужденной электрической материи».

Особое внимание он уделял потере электрического заряда телами и правильно констатировал, что действие влажного воздуха сводится к увлажнению поверхности изолирующих подставок. Эти свои соображения он подтвердил «отличным опытом, возможность осуществить который дал уважаемый коллега, достойный Ломоносов». Рихман «послал ему три порции стекла, растертого в порошок различной тонкости», с целью исследовать, становятся ли они проводящими от влаги. Оказалось, что мелкий порошок во влажном воздухе становится проводящим быстрее, чем более крупный. «Это, вероятно, указывает, что более мелкий порошок из-за большей поверхности в один и тот же промежуток времени притягивает большее количество влажных паров, чем более крупный порошок». Таким образом, Рихман уже в 1753 г. совершенно ясно понимал адсорбцию водяных паров активной поверхностью стеклянного порошка.

Далее Рихман провел исследование зависимости быстроты потери заряда в воздухе заряженными телами различной массы и пришел к выводу, что быстрота эта не связана с массой. Он ставит перед собой задачу в дальнейшем выяснить роль поверхности в этом явлении.

Исследуя электризацию капелек ртути при ударе о стекло, Рихман обнаружил с помощью своего указателя, что эти капельки электризо-

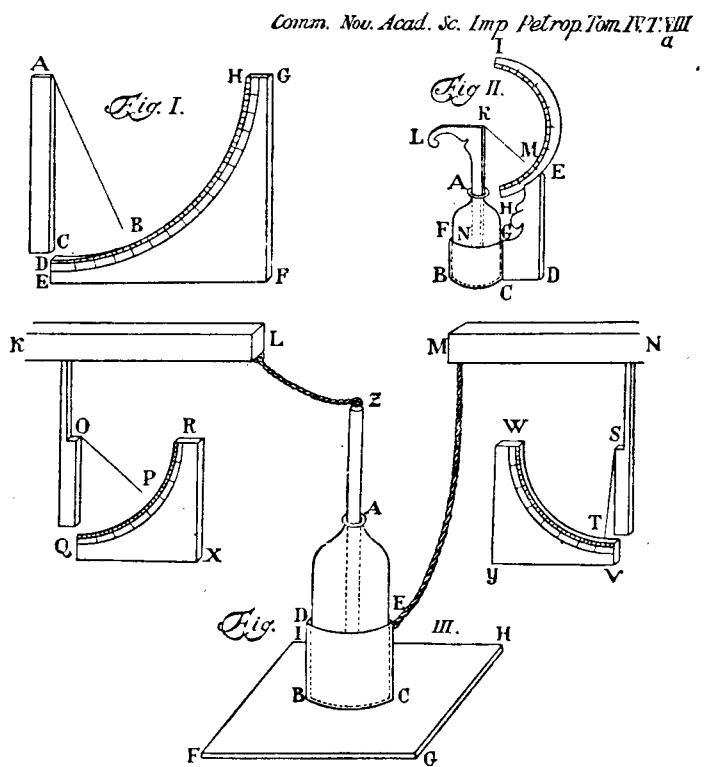


Рис. 3. Различные конструкции электрометра Рихмана в сочетании с лейденской банкой.

вали ртуть, лежащую на дне бутылки. «Но если наблюдать внимательно, — говорил Рихман, — то можно убедиться, что капельки ртути, ударяющиеся о стеклянные стенки, нисколько не касаются ртути, лежащей на дне бутылки»; таким образом, «частицы ртути, возбуждающие электричество, отделены от частиц ртути, воспринимающих электричество». Иными словами, Рихман впервые наблюдал и описал явление электрической индукции, которое приписывается неправильно английскому физическому Кэнтону, описавшему это явление лишь в 1754 г. Хотя Рихман, подобно Кэнтону, не мог еще правильно объяснить это явление, однако он высказал предположение, что электростатическая индукция должна играть важную роль наряду с трением в процессах электризации проводящих и непроводящих частиц, находящихся в атмосфере. Он описал в этой работе и ряд других электрических явлений, вызванных электростатической индукцией. Но объяснить их он не смог и терялся в догадках.

Применяя свой электрический указатель, Рихман в этой работе впервые показал, что водяной туман, который он называет водяным паром, не проводит электричества.

Далее полагая, что молния представляет собой разряд между чередующимися проводящими частицами и непроводящими промежутками между ними, Рихман попытался изготовить искусственно модель такого тела, вдавливая гвоздики с бронзовыми головками в массу из воска, смешанного со смолой. На этой модели он наблюдал, что «может быть получена змеящаяся линия молнии, подобная той, которая возникает при

столкновении различно наэлектризованных облаков».

Особое внимание было уделено Рихманом в этой работе повторению опытов Франклина с остроконечными телами в атмосфере. Известно, что когда в 1752 г. в Петербурге были получены очень скудные известия об опытах Франклина по атмосферному электричеству, Рихман и Ломоносов соорудили в своих домашних лабораториях грандиозные по тому времени установки — «громовые машины» — для строгой проверки результатов Франклина. Установки были снабжены специально приспособленными для этой цели электрическими указателями Рихмана.

Имеет важное значение, что впоследствии Ломоносов по этому поводу отмечал: «...Покойному Рихману, который всецело отдался изучению электричества, до самой смерти не удалось получить сочинений Франклина», «так как произведения ученых столь поздно доходят до нас, особенно из Америки».

«...Естественное электричество, только что открытое, — писал Рихман, — достойно нашего пристального внимания... Так как моя обязанность состоит, насколько в моих силах, в исследовании законов природы, ничто не могло меня отвлекать от этого рода наблюдений; поэтому я не пропустил ни одного случая, когда можно было не только наблюдать явления естественного электричества, но также объяснять их хотя бы отчасти. Уже в прошлом году, не имея удобного указателя, я испытал действие естественного электричества. В этом году я приготовил всё, чтобы при определенных обстоятельствах иметь возможность «исследовать явления».

«Я избрал две железные цепи длиной в 66 лондонских футов и весом в 9 фунтов. Одни концы обеих цепей я повесил на шелковом шнуре на высоте, примерно, 40 лонд. футов над поверхностью реки Невы и все устроил таким образом, чтобы шелковые шнуры не увлажнялись дождевой водой, и чтобы я мог удобно поднимать и опускать цепи, другие концы обеих цепей я с необходимой предосторожностью протянул в комнату, где хотел устроить наблюдение и соединил их вместе, прибив гвоздем шелковый шнур к стене. К обеим цепям я присоединил одинаковые указатели». «Я присоединил к концу одной цепи остроконечную железную палку и заметил, что цепи, с которой была соединена остроконечная палка, было сообщено большее электричество, чем другой».

Записывая свои наблюдения, Рихман одновременно отмечает: «Достойный Ломоносов также сделал наблюдение, что огромное электричество было сообщено правильно изолированному железу без всякого грома и молнии». Это наблюдение Ломоносова было подтверждено Рихманом.

Особое внимание уделяется Рихманом тому факту, что во время грозы, в промежутке между двумя атмосферными разрядами, показания прибора нередко падают до нуля. Уже передавая текст статьи в Академию, Рихман вписывает 22 (11) июля и еще позднее, т. е. буквально за несколько

дней до катастрофы, свои дальнейшие замечания и наблюдения по этому вопросу.

Таковы экспериментальные факты и выводы из них, сделанные Рихманом. Мы видим, что окончательных теоретических обобщений Рихмане не отваживался высказывать. Будучи страстным экспериментатором, Рихман всегда относился весьма скептически к различным, нередко взаимно исключаящим друг друга, теориям, которые поспешно высказывались в те времена физиками. В одной из своих работ он писал: «Выставляя гипотезы, из них извлекая следствия и объясняя явления природы согласно новейшим ученым, мы скорее показываем свое остроумие, чем способствуем развитию естествознания». Рихман утверждал, что науки требуют «главным образом упорных экспериментов и неустанных исследований».

Приведенные работы Рихмана по электричеству показывают, что он в 1753 г. держался тех же теоретических воззрений на природу электричества, что и в 1745 г. Эти воззрения были близки к идеям немецкого физика Гаузена, утверждавшего, что наэлектризованные тела окружены «кружащейся в вихре» электрической материей. Рихман добавлял, что у положительно и отрицательно заряженных тел направления вращения должны быть противоположны.

Тесная дружба Рихмана с Ломоносовым опиралась на тот факт, что они поразительным образом дополняли друг друга. Рихман был прежде всего блестящим экспериментатором, великий же ум Ломоносова был склонен по преимуществу к широким теоретическим обобщениям. «Слово о явлениях воздушных, от Электрической силы происходящих» Ломоносова в отличие от «Рассуждения об указателе и его применении к определению искусственных и естественных явлений электричества» Рихмана содержит большое число смелых, гениальных теоретических идей, гипотез и экстраполяций.

Ломоносов выдвинул в «Слове» принципиально новую концепцию природы электрического поля, показав несостоятельность всевозможных теорий истечения электрической материи, в том числе и теории Гаузена. Ломоносов первый ввел представление о том, что движение, присущее электрическому полю, является внутренним, микроскопическим движением частиц эфира. Теория Ломоносова, рассматриваемая в исторической перспективе, явилась крупным шагом от картезианских теорий XVIII в. к теориям поля XIX в.

Рихман первый ввел точные количественные измерения в экспериментальную технику исследований по электричеству. Он открыл физическую природу действия влаги на электростатические опыты. Он же открыл явление электростатической индукции.

Гибель Рихмана преждевременно оборвала замечательное содружество двух выдающихся ученых и несколько затормозила исследования по электричеству в Петербурге. Петербургская Академия наук усиленно искала человека, который бы мог заменить Рихмана. Его нашли в лице

Ф. У. Т. Эпинуса, который продолжил исследования Рихмана по электростатической индукции и впервые дал им правильное объяснение. Знаменитый трактат Эпинуса, опубликованный в Петербурге в 1759 г., «Опыт теории электричества и магнетизма» содержит приложение «Объяснение одного явления в лейденской банке, открытого знаменитейшим Рихманом»⁶. Теория Эпинуса явилась фундаментом всех дальнейших математических работ по электро- и магнетостатике. В 1755 г. Петербургская академия наук по пред-

ложению Ломоносова премировала работу своего академика Л. Эйлера «О физической причине электричества», в которой Эйлер впервые рассматривал электрическое поле как результат разрежений и сгущений эфира. Гипотеза Эйлера явилась дальнейшим шагом к воззрениям Фарадея и Максвелла.

Выдающиеся труды Ломоносова и Рихмана, Эпинуса и Эйлера явились ценным вкладом Петербургской академии наук в мировую науку об электричестве и положили основу блестящим успехам их преемников — В. В. Петрова, Э. Х. Ленца, Б. С. Якоби и многих других русских ученых, исследователей электричества и изобретателей в области электротехники.

⁶ Ф. У. Т. Эпинус. «Теория электричества и магнетизма» (Классики науки), изд. Акад. наук СССР, 1951 г. См. также рецензию, «Электричество», № 5, 1952.



Об изобретении расщепленных проводов

Доктор техн. наук В. И. ПОПКОВ и инж. Л. З. СИДЛИК
Энергетический институт им. Кржижановского Академии наук СССР

Осуществление сверхдальних передач электроэнергии трехфазным током при напряжении 400 кВ стало возможным в значительной мере благодаря применению для линий передачи так называемых расщепленных проводов, т. е. подвески на каждую фазу нескольких (2...4) параллельных проводов, удаленных друг от друга на расстояние в несколько десятков сантиметров. Такой расщепленный провод, обладая повышенной по сравнению с одиночным проводом емкостью и меньшей индуктивностью, позволяет передать при прочих равных условиях большую мощность (уменьшение волнового сопротивления линии и увеличение натуральной мощности передачи).

С другой стороны, расщепление, как бы увеличивая эффективный диаметр провода, позволяет существенно повысить критическое напряжение короны. Тем самым при соответствующем выборе диаметра составляющих проводов и расстояния между ними открывается возможность применения столь высоких рабочих напряжений передачи, как 400 кВ, при экономически и технически приемлемом уровне потерь энергии на корону и уровне радиопомех при коронировании линии.

Одиночные провода даже при диаметре гладкого полого провода до 50 мм не могут обеспечить, как показывают производившиеся исследования, тех же приемлемых условий. Наиболее эффективное использование расщепленные провода находят в самой мощной, дальней и высоковольтной передаче нашего времени — Куйбышевская ГЭС — Москва; каждая фаза этой передачи расщеплена на три провода диаметром 30,2 мм, расположенных по треугольнику со стороной 400 мм.

Расщепление проводов находит также применение в ряде зарубежных передач, причем даже в тех случаях, когда вопрос об уменьшении волно-

вого сопротивления линии играет второстепенную роль и когда выбор расщепленных проводов обусловлен в основном требованиями борьбы с короной. Можно утверждать, что применение расщепленных проводов является прогрессивным и составляет одну из наиболее характерных особенностей современных и будущих линий дальней передачи энергии трехфазным током.

В иностранных статьях и работах последних лет, посвященных исследованию короны на расщепленных проводах, идея и изобретение расщепленных проводов с целью устранения или уменьшения потерь на корону приписываются американским инженерам Томасу, Уайтхеду или Фачиоли [Л. 1].

Однако рассмотрение документальных данных об изобретении расщепленных проводов доказывает, вопреки иностранным претензиям, что расщепление проводов с целью снижения потерь на корону изобретено русским ученым академиком Владимиром Федоровичем Миткевичем в марте 1910 г.

Напомним историю вопроса. Впервые именно школой русских электротехников была не только высказана в открытой печати целесообразность применения расщепленных проводов с точки зрения явления короны, но и проведены исследования, экспериментально доказавшие возможность существенного повышения таким методом критического напряжения короны и снижения потерь на корону. На прогрессивную роль этого метода и важность его для будущих высоковольтных электропередач было впервые указано В. Ф. Миткевичем в его статье «Явление тихого разряда в высоковольтных воздушных линиях передачи», опубликованной в журнале «Электричество», № 7, 1910 г., причем статья датирована мартом 1910 г. [Л. 2].