

ИЗ ИСТОРИИ ФИЗИКИ

53(091)

К 250-ЛЕТИЮ ОТКРЫТИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ*Л. Н. Крыжановский*

Когда шла подготовка к конференции по прикладной сверхпроводимости 1986 г. (Балтимор, шт. Мэриленд, США), еще не было известно об исторической статье Й.-Г. Беднорца и К.-А. Мюллера, в которой сообщалось об открытии высокотемпературной сверхпроводимости¹. Тем не менее конференция прошла именно под знаком истории физики. В рамках конференции был проведен симпозиум, посвященный 75-летию открытия сверхпроводимости. Была представлена, в частности, обстоятельная научная биография Х. Камерлинг-Оннеса — первооткрывателя сверхпроводимости (1911 г.), лауреата Нобелевской премии (1913 г.)². О Беднорце и Мюллере, нобелевских лауреатах 1987 г., и их открытии написано уже немало и, несомненно, будет написано еще больше. Но в цепочке открытий «проводимость — сверхпроводимость — высокотемпературная сверхпроводимость» почти не освещено первое звено — «проводимость». Представляется целесообразным восполнить этот пробел.

Открытие «просто проводимости», в отличие от двух других упомянутых открытий, точно датировать невозможно, хотя соответствующие эксперименты 250-летней и даже большей давности хорошо известны. Для историка этого вопроса основная трудность состоит в интерпретации фактов, относящихся к XVII и XVIII вв. Однако можно считать, что с введением 250 лет тому назад терминов «проводник» и «непроводник» интересующее нас открытие стало вполне осознанным.

Опыт, основанный на электропроводности (по современной терминологии), был поставлен еще в XVII в. Его автор — Отто фон Герике (1602—1686), известный прежде всего своими опытами с магдебургскими полушариями. Герике обнаружил, что потираемый руками серный шар передает свою способность притягивать легкие тела льняной нитке длиной в локоть, конец которой, зацепленный за палку, находится у самого шара; притяжение наблюдалось в пределах более дюйма от нижнего конца нити³. Описывая подобные опыты, Герике не пользовался уже существовавшими терминами «электрический» и «электричество». Кроме того, вышеприведенный опыт с льняной нитью не был повторен с другими материалами или в других вариантах, так что вряд ли можно говорить об открытии электропроводности в указанный период времени (Герике закончил в рукописи свое сочинение в 1663 г.).

В начале XVIII в. Фрэнсис Хоксби (ум. 1713) ввел в употребление в качестве источника «электрической силы» стеклянную трубку, потираемую сухой рукой, бумагой, тканью или мехом.

Пользуясь стеклянной трубкой (или палочкой), Стивен Грэй (1666—1736), главный герой нашего повествования, повторил опыт Герике в крупном масштабе⁴.

В 1729 г. Грэй обнаружил ряд тел, которым трубка может сообщать «электрическую силу». Это — деревянные стержни и проволока (железная и латунная), которые Грэй вставлял в трубку (через пробку), пеньковая бечевка, которую он привязывал к трубке или заталкивал в нее, и др. В опытах по передаче электричества Грэй надевал на конец деревянных стержней или подвешивал к концу бечевки или проволоки шар из слоновой кости, пробки или свинца со сквозным отверстием. Максимальная длина комнатной «электропередачи» по бечевке или проволоке, свисавших с трубки, не превышала 1 м, а максимальная длина горизонтальной комнатной «электропередачи» по состыкованным деревянным проводникам (в обоих случаях с шаром на конце) составляла не более 5,5 м, включая длину трубки.

Сообщение телам «электрической силы» Грэй проверял с помощью пушинки, которая могла притягиваться к телу, отталкиваться от него, парить в воздухе, снова притягиваться и т. д., как в опытах Герике, с помощью пробной нити, которая притягивалась к заряженным телам (это тоже наблюдал Герике), или с помощью латунного листка, который обычно лежал на дощечке и мог притягиваться телами, находившимися над ним на высоте до нескольких дюймов.

Желая передать электричество на большее расстояние, 19 мая 1729 г. Грэй провел успешный опыт, стоя на балконе; при этом со стеклянной трубки, которую Грэй держал в руке, свисала бечевка длиной 8 м соответственно высоте балкона, с шаром из слоновой кости на конце, а внизу находился ассистент Грэя, определявший наличие заряда с помощью латунного листка (на дощечке). Грэй не сомневался, что смог бы передать электричество таким способом даже с купола собора св. Павла в Лондоне.

Подобные опыты представляют собой лишь модификации опыта Герике с льняной нитью.

У Грэя еще не было четкого представления о проводниках и изоляторах. Он говорит в одинаковых терминах о сообщении электричества, например, свинцовому шару и шару из слоновой кости. Впрочем, шары Грэй использовал фактически только для фиксации положения бечевки, проволоки и т. п. при потираний трубки.

Грэй решил попытаться передать электричество по горизонтали, с тем чтобы выяснить занимавший его вопрос, как далеко можно передавать электричество. Для этого он подвесил бечевку на гвоздях, вбитых в деревянную балку на одинаковой высоте. Дальний конец бечевки с шаром свисал, как обычно, над латунным листком. Опыт не получился: латунный листок лежал неподвижно. Грэй сделал в общем правильный вывод, что электричество ушло в балку.

Преодолеть затруднение удалось благодаря блестящей идее Уилера, вместе с которым Грэй экспериментировал летом 1729 г. Священник Грэнвилль Уилер (ум. 1770) предложил поддержать линию передачи (*line of communication*, по Грэю) шелковым шнуром, а не подвешивать ее на гвоздях, вбитых в балку. Первый же опыт, проведенный 2 июля 1729 г. около 10 часов утра, как об этом скрупулезно сообщает Грэй, превзошел все ожидания. Горизонтальная часть бечевочной линии проходила от стеклянной палочки, к которой она была привязана, до шелкового шнура, протянутого поперек линии, но не непосредственно на гвоздях, вбитых в противоположные стены амбара, а на привязанных к ним кусках бечевки. К концу линии был подвешен шар из слоновой кости. Свисавшая часть линии составляла примерно 2,5 м, а общая длина линии была равна около 25 м. При потираний палочки латунный листок притягивался к шару и держался на нем некоторое время.

Заменив шелковый шнур металлической проволокой, Грэй опять получил отрицательный результат: латунный листок лежал неподвижно. Грэй понял, что успех опыта обусловлен не тонкостью шнура, а свойством шелка. Проведя впоследствии специальные опыты, Грэй убедился, что из всех шелковых

шнуров наилучшими изоляционными свойствами обладают шнуры голубого цвета.

5 августа 1729 г. Грэй «...показал, что электричество можно передавать, не касаясь линии передачи трубкой, а только держа трубку близ линии», т. е., по позднейшей терминологии, с помощью электростатической индукции.

Работы Грэя побудили к исследованиям по электричеству французского ученого Шарля-Франсуа де Систерне-Дюфе (1698—1739), как он пишет об этом сам^{5, 6}. У Дюфе деление тел на проводники и непроводники электричества было более четким, чем у Грэя. Термины «проводник» и «непроводник» ввел не позднее 1738 г.⁷ английский ученый французского происхождения гугенот Жан-Теофиль Деагюлье (1683—1744), сменивший Фрэнсиса Хоксби на посту куратора экспериментов Королевского общества (Лондон). Ранее Вильям Гильберт (1544—1603) разделил все тела на электрики и неэлектрики, в зависимости от их способности электризоваться при трении⁸. Дюфе сформулировал связь между названными классификациями: «Тела..., наименее электрические сами по себе (т. е. наименее склонные к электризации.— Л. К.), наиболее подходят для передачи электрической силы на расстояние»⁹.

Резюмируем результаты вышеизложенных и некоторых других опытов по передаче электричества на расстояние.

К концу 30-х годов XVIII в. были успешно применены в качестве проводников: льняная нить (Герике, 1663), пеньковая бечевка, непросушенное дерево, металлическая проволока (Грэй, 1729), влажный кетгут (Деагюлье, 1738); в качестве непроводников: шелк (Уилер в опыте, поставленном Грэм, 1729), конский волос (Грэй, 1729), стекло и сургуч (Дюфе, 1733), сухой кетгут (Деагюлье, 1738)¹⁰. Длина электрических линий достигала нескольких сотен метров.

Этими исследованиями были созданы предпосылки для изобретения электрического телеграфа. Как известно, первый практически пригодный телеграф, основанный на электромагнитном принципе, построил в 1832 г. русский ученый и изобретатель Павел Львович Шиллинг (1786—1837).

До недавнего времени историки науки располагали крайне скудными биографическими сведениями о первооткрывателе электропроводности Стивене Грэе. «Удивительно,— писал Т. Томпсон в своей «Истории Королевского общества»,— что о человеке, которому столь многим обязана наука об электричестве, не осталось никаких биографических мемуаров» (цит. по¹¹). Однако в 1979 г. появилось первое обстоятельное исследование биографического характера, посвященное Грэю¹².

Поколения Грэев жили в Кэнтербери. Дед и прадед Стивена были кузнецами, а отец — красильщиком. Стивена крестили в церкви Всех Святых в Бест-Лейне (Кэнтербери) 26 декабря 1666 г., а родился он, вероятно, за несколько недель до того. Стивен и один из его братьев, как и отец, стали красильщиками. Это ремесло, по-видимому, не было прибыльным, так что у Грэя не хватало денег на «книги, инструменты и прочие материалы», как он сообщает в одном из своих писем. Достоверные сведения об образовании Грэя отсутствуют.

Работы Грэя печатались в «Philosophical Transactions» с 1696 г. Первые работы относятся к оптике, астрономии, метеорологии. Однако ранние работы Грэя по электричеству не были опубликованы в печатном органе Королевского общества. Это объясняется параллельной активной деятельностью Хоксби в этой области и, главное, враждебными отношениями между Ньютоном — бессменным президентом Королевского общества с 1703 г. до самой смерти в 1727 г.— и Флэмстидом — астрономом, членом общества (впоследствии исключенным «за неуплату членских взносов»), который покровительствовал Грэю. За время президентства Ньютона Королевское общество напечатало только одну работу Грэя. Это первая публикация Грэя по электричеству. Она содержится в «Philosophical Transactions» за 1720 г. (¹³, т. 6, с. 490—492). Работа отличается большой новизной. В этой работе Грэй, в частности,

показал возможность электризации трением таких веществ, как шелковые нити, ленты, бумага, кожа. Эффект проверялся по притяжению нитями и т. п. легких тел, иногда на расстоянии 8—10 дюймов. При предварительном нагреве эффект усиливался (это объясняется удалением влаги). Когда Грэй подносил руку к наэлектризованным телам в темноте, то от них исходили свет и потрескивание (как в опытах со стеклом, замечает Грэй). Названные вещества нашли впоследствии широкое применение не только в научных исследованиях, но и в практических применениях электричества.

С 1719 г. и до самой смерти Грэй — пенсионер Чартерхауза. Это благотворительное заведение в Лондоне было основано картезианцами в XVII в. Оно предназначалось для неженатых мужчин англиканского вероисповедания (первоначально — для ушедших на покой капитанов дальнего плавания и др.). Пребывание в Чартерхаузе, куда устроиться было нелегко, избавило Грэя от тяжелого труда красильщика и позволило Грэю полностью посвятить себя науке.

В 1731 г. Грэю была присуждена первая в истории премия Коплея (ум. 1709), члена Королевского общества, который завещал Обществу 100 фунтов стерлингов для выдачи премии за достижения в области естественных наук (в 1736 г. Общество приняло решение выдавать вместо денежной премии золотую медаль Коплея; из русских ученых медали Коплея были удостоены Д. И. Менделеев и И. П. Павлов). В 1732 г. Грэй был избран членом Королевского общества. Умер Грэй 25 февраля 1736 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bednorz J. G., Müller K. A. // *Zs. Phys. Kl. B.* 1986. Bd 64. S. 189.
2. Bruyn Ouboter R., de // *IEEE Trans.* 1987. V. MAG-23. P. 354.
3. Guericke O., von. *Experimenta Nova (ut vocantur) Magdeburgica de Vacuo Spatio.* — Amstelodami: Jansson, 1672. — 244 p.
4. Gray S. // *Phil. Trans.* 1731/1732. V. 37. No. 417. P. 18.
5. Du Fay C. F., de // *Hist. de l'Ac. Paris.* 1733. P. 233.
6. Du Fay C. F., de // *Phil. Trans.* 1733/1734. V. 38, No. 431. P. 258.
7. Desaguliers J. T. // *Ibidem.* 1739/1740. V. 41, pt. I, No. 454. P. 193.
8. Гильберт В. О магните, магнитных телах и большом магните — Земле / Пер. с лат. А. И. Доватура. Ред., ст. и комм. А. Г. Калашникова. — М.: Изд-во АН СССР, 1956.
9. Du Fay C. F. de C. // *Hist. de l'Ac. Paris.* 1733. P. 4.
10. Крыжановский Л. Н. // *Электричество.* 1987. № 11. С. 75.
11. Gray S. // *Bibliographisch-literarisches Handwörterbuch zur Geschichte der exacten Wissenschaften/Ges. von J. C. Poggendorff.* — In 2 Bänden. — Leipzig: Barth, 1863. — Bd 1. S. 943.
12. Clark D., Murdin L. // *Vist. Astron.* 1979. V. 23, pt 4. P. 351.
13. *The Philosophical Transactions of the Royal Society of London, from Their Commencement, in 1665, to the Year 1800 (Abridged.)* In 18 vols. — London: Baldwin, 1809.