

роны обладают скоростью v , которая не зависит от температуры и остается неизменной вплоть до абсолютного нуля. Фактически Вин берет под сомнение применимость принципов кинетической теории Максвелла — Больцмана для электронов в металле. Отсюда вовсе не следует, что Вин отрицает классическую теорию электропроводности; просто Вин отвергает второй шаг на этом пути, когда за скорость электрона принимается ее значение по кинетической теории.

Согласно основополагающему допущению Вина, энергия электрона в металле не изменяется от температуры, она остается постоянной для данного рода металла. Из представлений Вина вытекает, что расположение положительных атомных остовов не должно препятствовать движению электронов, хотя ему и не было ясно, каким образом эти условия могут быть выполнены в металле. Для вычисления коэффициента электропроводности Вин одновременно допускает, что плотность электронов проводимости не зависит от температуры. Вся температурная зависимость коэффициента электропроводности, согласно Вину, падает на зависимость от температуры средней длины свободного пробега электрона. По мнению Вина, сопротивление возникает от колебания атомов в решетке и их амплитуда растет с температурой. Это последнее в конечном счете приводит к зависимости свободного пробега электрона от температуры. По Вину, энергия, выделяемая в проводнике, есть энергия, теряемая решеткой при столкновении с электроном.

Для вычисления электропроводности металлов Вин исходит из следующих важных допущений: а) энергия атома в решетке квантована согласно формуле Планка, б) спектр колебания атомов в решетке подчиняется теории Дебая. В своей работе Вин на основе квантовых представлений довольно подробно рассмотрел температурную зависимость рассеяния электронов от амплитуды рассеяния атома в решетке. Вин показал, что если n квантов с энергией $\epsilon = h\nu$ распределены среди некоторого числа атомных осцилляторов, то рассеяние электронов на этих осцилляторах не должно зависеть от конкретного вида распределения энергии между осцилляторами. Такое заключение справедливо, если рассеяние пропорционально квадрату амплитуды осциллятора. Далее, исходя из квантовых представлений, Вин предполагает, что электрон в решетке рассеивается благодаря излучению и поглощению кванта колебательной энергии. Вероятность такого перехода пропорциональна концентрации квантов с данной колебательной частотой. Следовательно, рассеяние энергии атомами (т. е. выделенное тепло) по всем возможным частотам в решетке, и соответственно пропорциональное ей сопротивление проводника, согласно Вину, будет:

$$\rho(T) = A \int_0^{\nu_D} \frac{h\nu}{\exp(h\nu/kT) - 1} d\nu, \quad (8)$$

где ν_D — характеристическая частота Дебая, A — постоянная, не зависящая от температуры.

Как видно из (8), при $T > \theta$ (т. е. при высоких температурах): $\rho(T) \sim T$, что согласуется с экспериментом и с результатами классических теорий. Но в данном случае важно поведение формулы Вина при низких температурах, т. е. при $T \ll \theta$. Как видно из (8)

$$\rho(T) = \frac{\pi^2}{6} A (T/\theta)^2, \quad (T \ll \theta). \quad (9)$$

Закономерность (8), хотя качественно верна, так как дает более быстрое падение сопротивления, что и наблюдается в эксперименте, но количественно не отражает полную картину сложных процессов, происходящих в металле.

Как явствует из вышеизложенного, в рамках теории Вина разрешается основное противоречие классической электронной теории металлов — «катастрофа теплоемкости», так как с самого начала постулируется независимость энергии электронов от температуры. В этом отношении система электронов Вина в металле имеет много общего с вырожденным газом Паули — Зоммерфельда (1927); то, что вытекает на основе статистики Ферми, у Вина просто постулируется.

В работе Вина впервые конструктивно применяются (правда, непоследовательно) квантовые представления об электропроводности металлов, имеющие много общего с

современным подходом в данном вопросе; температурная зависимость сопротивления в виде так называемой «соответственной температуры» (т. е. в виде функции от T/θ) впервые входит в теорию проводимости именно через работу Вина [8]; она прочно закрепилась во всех последующих квантово-механических теориях, став достоянием общей физической науки.

В исследуемый период развития теории электропроводности металлов появились и работы других физиков: Бернулли (1911) [9], Кёнигсбергера (1911) [10], Яффе (1912) [11], Кеезома (1913) [12], Герцфельда (1913) [13]. Но в этих работах новые квантовые принципы применялись формально, иногда даже искусственно (как в [11—13]).

Как видно из вышесказанного, первоначальные применения квантовых принципов к металлической проводимости привели к верным качественным (для некоторого интервала температур) и количественным результатам.

Литература

1. *Einstein A.* «Ann. Phys.», 1907, B. 22, S. 180.
2. *Debye P.* «Ann. Phys.», 1912, B. 39, S. 789.
3. *Nernst W.* «Sitzungsber. Preuss. Akad. Wiss.», 1911, S. 310.
4. *Kamerlingh-Onnes H.* «Proc. Roy. Acad. Amsterd.», 1911, v. 11, p. 168.
5. *Schimank H.* «Ann. Phys.», 1914, B. 45, S. 706.
6. *Lindemann F. A.* «Sitzungsber. Preuss. Akad. Wiss.», 1911, S. 316.
7. *Grüneisen E.* «Verhandl. Dtsch. phys. Ges.», B. 15, S. 186.
8. *Wien W.* «Sitzungsber. Preuss. Akad. Wiss.», 1913, B. 7, S. 184.
9. *Bernoulli A. L.* «Verhandl. Dtsch. phys. Ges.», 1911, B. 13, S. 573.
10. *Koenigsberger J.* «Verhandl. Dtsch. phys. Ges.», 1911, B. 13, S. 931.
11. *Jaffé G.* «Phys. Z.», 1912, B. 13, S. 284.
12. *Keesom W. H.* «Phys. Z.», 1913, B. 14, S. 670.
13. *Herzfeld K. F.* «Ann. Phys.», 1913, B. 41, S. 27.

ФАРАДЕЙ, ГЕНРИ И ОТКРЫТИЕ ИНДУКТИРОВАННЫХ ТОКОВ

Г. К. ЦВЕРАВА [Бокситогорск]

История открытия электромагнитной индукции — явления, техническое использование которого составляет основу современной электроэнергетики и электрификации промышленности и быта — представляет собой интереснейшую страницу истории науки. Хотя исследования, направленные на отыскание способа «превратить магнетизм в электричество», в конце 20-х — начале 30-х гг. XIX в. проводились в разных странах, обнаружить явление электромагнитной индукции удалось независимо Майклу Фарадею (1791—1876) в Королевском институте в Лондоне и американцу Джозефу Генри (1797—1878) — преподавателю гимназии в городе Олбани, штат Нью-Йорк.

Однако с тех пор, как стали писать историю физики XIX в., в литературе имеют место весьма противоречивые суждения, связанные с именем Генри и, в частности, с фактом открытия им индуктированных токов — от полного отрицания этого факта до признания приоритета Генри [1]. Такое положение объясняется отчасти тем, что опубликованные работы Генри были собраны воедино и без надлежащего научного аппарата изданы малым тиражом лишь в 1886 г. [2] через 8 лет после смерти их автора. На русский язык переведены всего 2 статьи Генри [3, 4]. Предпринятое в 1972 г. Смитсоновским институтом в Вашингтоне 15-томное издание «Бумаг Джозефа Генри» к настоящему времени насчитывает пока три вышедших тома [5], которые охватывают период с ранних лет жизни ученого до 1838 г. Это позволяет подробно проследить путь, которым американский физик пришел к открытию индуктированных токов. В «Бумагах» впервые опубликованы хранящиеся в различных архивах первичные документы — корреспонденция Генри, его дневники и лекции, протоколы заседаний научных обществ, другие рукописи.

Что касается М. Фарадея, то его научное наследие уже давно прочно вошло в фундамент современного естествознания, а его жизненный путь уже более века служит



Майкл Фарадей. С гравюры К. Адта

электромагнетизма, происходивших в первой трети XIX в. в Европе. Однако он стал единственным американским исследователем, чьи труды в этой области вошли в сокровищницу науки. Видный американский астроном Саймон Ньюком в речи памяти Генри, произнесенной 21 апреля 1880 г. в Национальной академии наук США, заметил: «Одной из любопытнейших черт интеллектуальной истории нашей страны является то, что, вырастив такого человека, как Франклин, она на протяжении целого полувека после выхода его трудов по электричеству не могла породить ему преемника в этой области... пока не появился Генри, занявший столь выдающееся положение...» [6, с. 443].

Электромагнитные исследования Генри, начатые им согласно архивным материалам не позже осени 1828 г., состояли прежде всего в разработке и конструировании мощных и экономичных электромагнитов подковообразной формы. В этой области он достиг выдающихся успехов. Он впервые применил многослойные и катушечные обмотки, намотанные изолированным проводом. Грузоподъемность аппаратов Генри достигала 1000 кг, что приводило «в изумление» его современников, например Берцеллуса. Следует отметить, что и Фарадей при изготовлении электромагнитов для своих опытов пользовался технологией, предложенной Генри в двух статьях, опубликованных в 1831 г.

Первое упоминание о начале работ «по получению электричества из магнетизма» мы находим в письме Генри от 16 ноября 1831 г., адресованном учителю физики Паркеру Кливленду в Брансуике, штат Мэн. Генри сообщал: «Недавно я отковал большую подкову весом 101 фунт, которую намерен использовать для некоторых поучительных экспериментов, касающихся тождественности электричества и магнетизма» [5, v. 1, p. 375]. Через 10 с лишним лет после открытия Эрстеда содержание этой фразы могло означать только попытку получения электричества с помощью магнетиз-

назидательным образом служения науке. В итоге десятилетних настойчивых исследований 29 августа 1831 г. он, как свидетельствует его опубликованный дневник, открыл явление электромагнитной индукции, а 24 ноября доложил об этом на заседании Лондонского Королевского общества. На эту же тему он выступил 17 февраля 1832 г. в Королевском институте. Мемуар Фарадея, обозначенный как первая серия «Экспериментальных исследований по электричеству» был опубликован в 1832 г. в «Philosophical Transactions», затем в ведущих физических журналах континента, а также в сокращенном виде в журнале Силлимена*.

Идея преобразовать магнетизм в электричество, т. е. сделать открытие, «обратное» открытию Эрстеда, занимала и Генри. Генри был среди тех немногих американских естествоиспытателей, которые не остались в стороне от научных поисков в области



Джозеф Генри в 1829 г. С миниатюры Дж. Эймса

* Издаваемый с 1818 г. в Нью-Хейвене, штат Коннектикут, проф. физики Йельского ун-та Бенджамином Силлименом «The American Journal of Science and Arts» на протяжении ряда десятилетий являлся самым авторитетным в США научным журналом.

ма. По неизвестным причинам с сентября 1831 г. Генри вынужден был прекратить эти «поучительные эксперименты», к которым он вернулся спустя девять месяцев. Ничто в его жизни не вызывало столь тягостных переживаний как этот перерыв в научных исследованиях.

28 июня 1832 г. Генри писал вице-президенту колледжа Нью-Джерси Джону Маклинну, что «последние две недели был занят серией опытов для публикации в очередном номере журнала Силлимена. Ими была заполнена буквально каждая минута, не считая обязанностей по Академии». И далее там же: «На днях я добился успеха в очень интересном эксперименте по получению электрических искр из магнита. Я надеюсь, что смогу расплавить платиновую проволоку посредством найденного принципа» [5, v. 1, p. 435]. Таким образом, можно предположить, что Генри открыл в этом эксперименте, имевшем место между 14 и 28 июня 1832 г., электромагнитную индукцию. Исследование проводилось в большой спешке, так как до Генри уже доходили слухи о том, что в Европе заняты теми же поисками.

Узнав об открытии Генри, Силлимен, как это следует из его письма от 30 июня, обещал олбанскому физiku срочно напечатать его статью о сделанном открытии. Статья «О получении электрических токов и искр из магнетизма» была напечатана в июльском номере журнала Силлимена (1832 г.) и помещена между реферативными изложениями первой и второй серий «Экспериментальных исследований по электричеству» Фарадея.

В статье Генри писал: «Известно, что удивительные магнитные действия можно легко получить из электричества и на первый взгляд могло бы показаться, что электрические эффекты можно с такой же легкостью получить из магнетизма, но на самом деле это не так, ибо почти все попытки, которые делались для производства этого опыта, заканчивались неудачей... У меня давно возникла мысль, что если бы при исследованиях такого рода обычные магниты были заменены гальваническими, можно было бы ожидать большего успеха. Кроме своей силы эти магниты обладают другими свойствами, которые делают их важными инструментами в руках экспериментатора; их полярность может быть мгновенно изменена на обратную и их магнетизм может быть внезапно уничтожен или доведен до полной активности в зависимости от требований данного момента. С этой целью я начал в августе прошлого года (1831 г.— Г. Ц.) изготовление гораздо большего гальванического магнита, чем все те, которые пытались раньше изготовлять, и, кроме того, делал приготовления для проведения с ним в крупном масштабе ряда опытов, имеющих отношение к получению электричества из магнетизма. Однако продолжение моих опытов было в то время по некоторым причинам прервано, и я получил возможность к ним снова приступить только несколько недель назад и в гораздо меньшем масштабе, чем предполагалось вначале» [3, с. 167]. Таким образом, в отличие от Фарадея, начавшего свои знаменитые опыты с помощью соленоидов, а также шотландского физика Джеймса Форбса, итальянцев Винченцо Антинори, Леопольдо Нобили и Франческо Зантедески, имевших дело с постоянными магнитами*, Генри прозорливо увидел огромные преимущества электромагнитов, существенно облегчающих выявление динамической первоосновы процесса.

Чтобы оградить себя от возможных нападок и обвинений в заимствовании, Генри, прежде чем перейти к сути своих опытов, отметил: «Тем временем в 117-м номере «Library of Useful Knowledge»** было сообщено***, что этот, с таким нетерпением ожидавшийся результат был получен мистером Фарадеем из Королевского института... В сообщении не было приведено никаких деталей опытов, и несколько странно, что результаты, представляющие такой большой интерес и несомненно создающие новую эру в истории электричества и магнетизма, до сего времени не могли быть более подробно описаны в английской литературе. Единственное упоминание о них я нашел в следующем кратком описании в «Annals of Philosophy» от апреля под заголовком «Прото-

* Названные итальянские физики претендовали на открытие электромагнитной индукции, но их притязания оказались несостоятельными.

** «Библиотека полезных знаний», издававшаяся с 1827 г. Г. Броумом, представляла собой серию брошюр, в которых освещались новейшие научно-технические достижения. Генри был подписчиком этого издания.

*** Речь шла о заметке П. Роджета о докладе Фарадея в Королевском обществе. Информация датирована 12 декабря 1831 г.



Индукционная катушка из полосовой меди, изготовленная Дж. Генри в 1834 г. для опытов с индуктированными токами. Хранится в Принстонском университете

колы Королевского института» [3, с. 167]. Далее он дословно приводит текст этой заметки, содержащей изложение февральского доклада Фарадея в Королевском институте, и продолжает: «До того, как я узнал о методе, данном в указанном выше описании, мне удалось получить электрические эффекты следующим способом, который отличается от способа, примененного мистером Фарадеем...» [3, с. 168].

Досаду Генри можно понять. Из его письма Силлимену от 18 апреля 1833 г. мы узнаем, что с полным текстом первой, а также второй серий «Экспериментальных исследований по электричеству» он смог ознакомиться только осенью 1832 г., т. е. после публикации своей статьи [5, v. 2, p. 64] перед самым переездом из Олбани в Принстон, где ему было предложено возглавить кафедру физики в колледже. Таким образом, Генри провел свои эксперименты хотя и позже, но независимо от Фарадея.

Отличие опытов Генри заключалось в их большей демонстративности. Минуя промежуточные подходы Фарадея, олбанский преподаватель обнаружил искомое явление, сразу используя то, что мы теперь называем принципом трансформатора и к чему лондонский физик пришел лишь спустя некоторое время после начала своих опытов. Устройство Генри представляло собой подковообразный электромагнит грузоподъемностью 300—350 кг с прикрепленным к его полюсам якорем, на котором была намотана многослойная катушка с концами, выведенными к гальванометру. Другими словами, Генри пользовался подобием однофазного трансформатора с разъемным сердечником. Во избежание побочных воздействий гальванометр был удален от устройства на 12 м. При включении первичного контура к гальванической батарее стрелка измерительного прибора отклонялась к «западу», при отключении — к «востоку». Интуиция исследователя подсказала Генри, что эксперимент надо проводить вдвоем (так поступал и Фарадей). Генри наблюдал за гальванометром, а помощник по его «словесному сигналу» включал и отключал электромагнит от батареи. Такой предусмотрительностью Генри избежал досадной ошибки, допущенной швейцарским физиком Жаном Колладоном, который ранее Фарадея и Генри пытался обнаружить электромагнитную индукцию. Его прибор находился в соседнем помещении, и, пока он, подключив к источнику тока свою схему, шел к гальванометру, стрелка успевала вернуться в исходное положение [7].

Генри характеризует свой опыт так: «Этот опыт самым поразительным образом показывает взаимодействие двух принципов — электричества и магнетизма, если не устанавливает их абсолютной тождественности. Во-первых, в мягком железе гальвани-

ческого магнита под действием токов электричества от батарей наводится магнетизм, и, во-вторых, якорь, ставший магнитом вследствие соприкосновения с полюсами магнита, индуцирует в свою очередь токи электричества в окружающем его соленоиде; таким образом, мы как бы имеем электричество, превращенное в магнетизм, снова превращенный в электричество» [3, с. 170].

Генри идет дальше. Он вводит в эксперимент механическое движение — перемещение якоря относительно обесточенного электромагнита, в котором, как он пишет, остался остаточный магнетизм. И в этом случае «игла гальванометра» давала отклонения.

В те же июньские дни 1832 г. Генри открыл явление, никем до него не наблюдавшееся. В конце той же статьи он писал: «Я могу... указать на один факт, о котором я не нашел никакого упоминания ни в одной из прочитанных мною работ и который, как мне кажется, принадлежит к тому же классу явлений, что и описанные выше... Когда полюса небольшой батареи соединяются медным проводом длиной не более фута, — не наблюдается никакой искры при образовании или прерывании связи, но если вместо короткого провода применить провод длиной в 30 или 40 футов, хотя при образовании соединения никакой искры и не будет заметно, но при его прекращении... получится яркая искра. Если действие батареи будет очень интенсивным, искра будет производиться и коротким проводом. Спиралеобразное наматывание провода, по-видимому, несколько усиливает эффект; последний, видимо, в некоторой мере зависит также от длины провода. Я могу объяснить эти явления только предположением, что длинный провод заряжается электричеством, которое вследствие действия на само себя дает при прерывании соединения искру» [3, с. 174]. Эти скупые строки говорят фактически об открытии Джозефом Генри явления самоиндукции и экстратоков с установлением факторов, влияющих на величину индуктивности цепи.

Интересно, что в «Научных трудах» Генри [2] последний, относящийся к открытию самоиндукции абзац рассмотренной нами статьи имеет редакционный подзаголовок «Электрическая самоиндукция в длинном спиральном проводе», чего не было в первоначальном журнальном тексте. Редакторам хотелось, очевидно, хотя и с запозданием, подчеркнуть приоритет своего соотечественника как первооткрывателя явления самоиндукции. Но явление было повторно обнаружено осенью 1834 г. Вильямом Дженкинсом, исследовано Фарадеем и описано им в девятой серии «Экспериментальных исследований» [8]. В 1893 г. на Электротехническом конгрессе в Чикаго единица индуктивности в честь американского ученого была названа «Генри».

С сентября 1834 г. Генри возобновил в Принстоне свои опыты с индуцированными токами. 12 января 1835 г. он извещает видного американского ученого и своего близкого друга Александра Бейча, впоследствии первого президента Национальной академии наук США: «Я был страшно занят повторением своих опытов с длинными и короткими проводами и подготовкой материала для публикации. Были опробованы многие мои идеи, и, судя по результатам, предмет исследования становится все более захватывающим... Я хорошо уяснил себе влияние намотки проводника и с помощью большой катушки и одной секции моей батареи добился ударов, ощущаемых в руках. Наличие мягкого железа слабо влияло на искру*, во всяком случае менее, чем способ намотки проволоки. Предмет исследования открывает широкое поле для опытов, которые я намерен осуществить. Если не случится ничего особенного, то я думаю, что в пятницу смогу быть у вас и представить мои работы Обществу» [5, v. 2, p. 329].

Генри приехал в Филадельфию и 16 января 1835 г., в пятницу, день общих собраний Американского философского общества, сделал сообщение о своих последних экспериментах с токами индукции, иллюстрируя его действием приборов. Умудренный горьким опытом, он спешит подтвердить свой приоритет перед элитой американских ученых. Новые результаты Генри подробно изложены в работе «О влиянии спирального проводника на увеличение электрической силы от одной гальванической пары», которая была прочитана Бейчем на заседании Общества 6 февраля. В марте появился реферат работы в «Журнале Франклиновского института» (т. 15), в июле — в журнале Силлимена (т. 28). Эта работа Генри была полностью опубликована два года спустя в органе Американского философского общества [9].

Двух-, трехстраничные рефераты, напечатанные друзьями Генри, в какой-то мере должны были оградить его приоритет. В этом плане любопытно сопроводительное

* Это противоречит современным представлениям.

письмо Бейча от 7 февраля в редакцию «Журнала Франклиновского института». «Американское философское общество,— сообщал Бейч,— на последнем своем собрании разрешило публикацию прилагаемого краткого содержания устного сообщения, сделанного 16 января проф. Джозефом Генри. Мемуар по данному вопросу был уже представлен Обществу. В нем излагаются дополнения к основному факту, обнаруженному проф. Дж. Генри еще в 1832 г. и опубликованному в журнале Силлимена (т. 22). Имея в виду, что недавно м-р Фарадей приступил к подобным же наблюдениям, важно незамедлительно напечатать прилагаемое, дабы первенство члена нашего Общества * и соотечественника не прошло незамеченным» [2, v. 1, p. 87]. Сам Генри 15 мая писал о том же кузену Стивену Александру: «Позавчера получил апрельский номер *Анналов философии*. В нем есть реферат девятой статьи по электричеству м-ра Фарадея. Эта статья была читана в Королевском обществе 5 февраля ** и содержит описание феномена получения искры из длинного и короткого проводника. Уверяю тебя, что я не очень расстроился, читая с большим интересом реферат, так как убедился, что этот джентльмен шел частично по пути, проложенному мною в моих сообщениях Философскому обществу. Тем не менее, здесь удивительное совпадение как результатов опытов, так и выводов. М-р Фарадей, как это явствует из реферата, данный класс явлений отнес к той же причине, что и я. Мое сообщение Философскому обществу, реферат которого был напечатан в Франклиновском журнале, я сделал 16 января, так что по времени публикации, равно как и дате открытия, я впереди м-ра Фарадея. Правда, моя статья была читана только 6 февраля, на следующий день после Фарадея, однако ее текст был в руках секретаря Общества за две недели до того» [5, v. 2, p. 401—402]. Фарадей, конечно, и не подозревал, что в далеком захолустном Принстоне некий конструктор электромагнитов ревниво следит за каждым его шагом на поприще науки.

В чем же заключается новизна фактов, приведенных в статье Генри «О влиянии спирального проводника...», полностью опубликованной в 1837 г.? Осенью 1834 г. Генри впервые ввел в обиход экспериментаторов плоские катушки индуктивности, изготовленные из покрытой шелком полосовой меди шириной 12 и 37 мм и длиной соответственно 30 и 20 м; диаметр катушек достигал 1,5 м. Эти напоминающие по форме пружину для часов устройства, при помощи которых Генри добивался больших эффектов, чем с проволоочными соленоидами, можно считать первым примером конструктивного применения медной шины в электротехнике. В том же 1834 г. Генри теоретически обосновал и сконструировал безиндукционную бифилярную катушку, выявил возможность экранизации магнитного потока [2, v. 1, p. 94].

С помощью медных катушек Генри изучал и явление взаимной индукции. «Основные части прибора,— читаем мы,— состоят из нескольких плоских катушек... Катушка № 1 подключена к маленькой батарее, а катушка № 2 с небольшим числом витков помещается над ней. Хорошая изоляция обеспечена вставленной между ними стеклянной пластиной. Как только ток в катушке № 1 прерывается, в катушке № 2 возникает сильный вторичный ток. Однако этот ток едва ощущается пальцами, и удар от него слаб... Если катушка № 1 остается такой же, а в катушке № 2 увеличим число витков, то при таком сочетании намагничивание (вторичный ток.— Г. Ц.) гораздо слабее, зато удары тока (напряжение.— Г. Ц.) намного сильнее» [2, v. 1, p. 99]. Надо ли подчеркивать, что Генри в этих опытах имитировал действие понижающего и повышающего трансформатора и подошел к понятию коэффициента трансформации. Продолжая эти работы, он в 1838 г., применяя те же средства, впервые опробовал каскадные схемы трансформации для получения по его терминологии «индукционных токов высших порядков» [2, v. 1, p. 126]. Оговоримся, что Генри имел дело с постоянным или, в лучшем случае, с пульсирующим током от магнитоэлектрической машины.

Весь этот цикл исследований Генри отразил, как уже указывалось, в статье «О влиянии спирального проводника...» и более развернуто — в двух работах под общим заглавием «Об электродинамической индукции» ***.

* Генри был избран членом Американского философского общества 2 января 1835 г.

** Чтение девятой серии «Экспериментальных исследований» Фарадей начал 29 января, закончил 5 февраля 1835 г.

*** Работы Генри «On electro-dynamic induction» были доложены им Философскому обществу 2 ноября 1838 г., 19 июня и 20 ноября 1840 г. и опубликованы в трудах Общества в 1839 и 1840 гг. [2, v. 1, p. 108—188].

Обилие опытов и разработок, представленных в статьях Генри, поражает не только многообразием и целенаправленностью — фактически они охватывают значительную часть того, что затем вошло в основу курсов переменных токов. Генри обобщил результаты своих фундаментальных исследований и попытался раскрыть физическую природу индукционных явлений. Указывая, что электромагнитная индукция стала уже предметом исследований ряда ученых, он не преминул подчеркнуть: «Я счастлив констатировать, что результаты, полученные этими выдающимися философами, не что иное как вариации того, что я дал в своей статье» [9, v. 1, p. 108]. Это справедливое замечание, однако нельзя с уверенностью утверждать, что «выдающиеся философы» своевременно прочитали классическую работу Генри 1832 г.

Трудно вывести однозначное представление о теоретических воззрениях Генри, которые страдали эклектичностью, столь свойственной представлениям тех лет о природе электричества. Донскиваясь причин, вызывающих индуктированные токи, он ограничился объяснением, основанным на переплетении теоретических посылок Ампера и Фарадея, исходя из основного из реальности амперовых молекулярных токов. Будучи убежден в глубинном единстве статического и динамического электричества, признававшимся далеко не всеми естествоиспытателями той эпохи, Генри эмпирическим путем показал, что токи, индуктированные статическим электричеством, и токи, наведенные электричеством гальваническим, подчиняются одним и тем же физическим законам. Он признавал, что изложенные им взгляды не могут претендовать на объяснение подлинных проявлений природы и они являются скорее гипотезами, на которых основываются его исследования и которые в дальнейшем могут служить лишь «формулой», предопределяющей новые выводы, либо подтверждаемые, либо опровергаемые экспериментом.

Некоторые историки естествознания, имея в виду схожесть путей, которые привели самоучек Фарадея и Генри в науку, открытие ими индуктированных токов, а также свойственный им пуританский идеализм, называют Генри «американским Фарадеем». Эпитет лестный, но не безупречный. На самом деле схожесть здесь скорее кажущаяся. Фарадею было значительно легче, чем его заокеанскому коллеге. В начале его творческого пути Фарадею посчастливилось приобщиться к культурной обстановке Европы, с первых же шагов в науку быть в активном творческом общении с крупными естествоиспытателями, такими, как Дэви, Волластон, Даниель, Барлоу, Стерджен, Риччи... важнейшие вопросы естествознания он обсуждал с Ампером и другими видными учеными континента, в его распоряжении была первоклассная лаборатория Королевского института, которой он заведовал с 1825 г. Талант Генри мужал в одиночку. Учителя его и сотоварищи по Академии и местному научному обществу не были выдающимися учеными.

Генри в Олбани 20—30-х гг. XIX в. не имел «компетентных друзей», с которыми можно было бы советоваться.

Еще одно немаловажное различие в судьбах Генри и Фарадея заключается в том, что труды последнего печатались в ведущих научных журналах Европы. Такой привилегией Генри не пользовался. В 1844 г. Бейч с нескрываемым раздражением и обидой говорил: «Если американский ученый больше себялюбец, чем патриот, то он найдет кратчайший путь для научного признания, публикуя свои труды за границей. С грифом Королевского общества или Лондонского и Эдинбургского научного журнала они получат обращаемость, которую не смогли бы дать им ни американские академии, ни американские научные журналы» [5, v. 3, p. 317].

Фарадей и Генри встречались лично во время 8-месячного путешествия Генри по Европе в 1837 г. «Европейский дневник», в который Генри скрупулезно вносил все виденное и услышанное в Великобритании, Франции и Бельгии, дает квалифицированное и непредвзятое представление о состоянии науки и научной жизни Европы в эти годы.

Генри увидел Фарадея в первый раз 8 апреля 1837 г. в большой аудитории Королевского института. В тот же день, очевидно, их представили друг другу. «Эту неделю,— писал Генри в Дневнике,— я присутствовал на некоторых утренних лекциях м-ра Фарадея о металлах*. Тема наискучнейшая во всем курсе химии, однако его манера

* Цикл из восьми популярных лекций о физико-химических свойствах ряда металлов был впервые прочитан Фарадеем в 1835 г.

изложения и приводимое им множество новых фактов делают эти лекции весьма интересными и поучительными. Ему ассистирует человек по имени Андерсон*, бывший солдат, оказавшийся превосходным и действенным помощником при производстве опытов» [5, v. 3, p. 246]. Вот еще одна запись: «Я был счастлив... иметь возможность наедине наблюдать м-ра Фарадея за опытами. Мне очень понравился его метод, который, впрочем, целиком пробный, или эмпирический. Он делает массу опытов и очень быстро суммирует факты. Потом приводит их в порядок и, как правило, не приступает к эксперименту априори, исходя из известных принципов». «Его отличительная особенность,— продолжает Генри,— быстро и удачно изобретать средства для решения задачи. Самые обыденные предметы с успехом используются им для получения поразительных результатов... М-р Фарадей, по-видимому, полностью погружен в глубины духа науки. Как-то я ему заметил, что у нас обоих единая цель — своими исследованиями постичь истину; он согласился, но добавил, что это — наиболее трудное» [5, v. 3, p. 318—319].

Фарадей принимал американского ученого у себя дома. Судя по всему, они с первых же дней знакомства нашли общий язык и почувствовали себя собратями. В общении их друг с другом не было и тени зависти, высокомерия и недоброжелательности. 10 апреля 1837 г. Генри извещал Александера: «М-р Фарадей разрешил мне, пока я здесь, пользоваться всеми привилегиями Института и пытался убедить меня прочитать лекцию о математических основах учения об электричестве. Но я отказался, ответив, что приехал в Лондон как учащийся, а не как учитель» [5, v. 3, p. 261]. Для Фарадея и его окружения Генри уже не был только конструктором электромагнитов. После ознакомления с опубликованными к 1837 г. трудами Генри и бесед с ним у Фарадея сложилось настолько высокое мнение о вкладе принстонского профессора в науку, что он вместе с известным физиком Ч. Уитстоном ходатайствовал перед советом Королевского общества о награждении Генри медалью Копли — высшим научным отличием страны, однако совет воспротивился этому.

В заключение хотелось бы привести проникновенное высказывание известного английского электрорадиотехника Джона Флеминга. В предисловии к монографии «Трансформатор переменного тока», назвав имена создателей современной электротехники, он писал: «Во главе этой длинной череды прославленных исследователей стоят имена Фарадея и Генри. На краеугольных камнях истины, заложенных ими, было воздвигнуто последующими строителями все остальное» [10].

Литература

1. Радовский М. Фарадей. М.: Журнально-газетное объединение, 1936, с. 95; Кудрявцев П. С. Фарадей. М.: Просвещение, 1969, т. 27; Карцев В. П. Приключения великих уравнений. М.: Знание, 1969, с. 158; Gatow G. Biografia fizyki. Warszawa, 1967, s. 154; Мак-Дональд Д. Фарадей, Максвелл и Кельвин. М.: Атомиздат, 1967, с. 103; Липсон Г. Великие эксперименты в физике. М.: Мир, 1972, с. 131; Льюис М. История физики. М.: Мир, 1970, с. 267; Дорфман Я. Г. Всемирная история (с начала XIX до середины XX в.). М.: Наука, 1979.
2. Henry J. Scientific Writings.— Smithsonian Miscellaneous Collections, XXX, v. 1—2. Washington, 1886.
3. Генри Дж. О получении электрических токов и искр из магнетизма.— В кн.: Радовский М. Фарадей. М.: Журнально-газетное объединение, 1936, с. 166—174.
4. О возвратно-поступательном движении, производимом магнитным притяжением и отталкиванием.— В кн.: Электродвигатель в его историческом развитии. М.—Л., 1936, с. 81—84.
5. The Papers of Joseph Henry. Ed. Reingold N. Washington, v. 1, 1972; v. 2, 1975; v. 3, 1979.
6. Memorial of Joseph Henry.— Smithsonian Miscellaneous Collections, 1881, XXI.
7. Белькинд Л. Д. Андре-Мари Ампер. М.: Наука, 1968, с. 210.
8. Фарадей М. Экспериментальные исследования по электричеству. М., т. 1, 1947, с. 429—450; т. 2, 1951, с. 289—297.
9. On the influence of a spiral conductor in increasing the intensity of electricity from a galvanic arrangement of a single pair.— Writings, v. 1, p. 92—100.
10. Fleming J. A. Alternate-Current Transformer. London, 1889, p. VII.

* Чарльз Андерсон служил в артиллерии, с 1827 г. лаборант в Королевском обществе, с 1832 г. до конца жизни был ассистентом Фарадея.

З. И. ШЕПТУНОВА

Английский ученый Джеймс Риддик Партингтон (1886—1965) принадлежит к числу крупнейших историков химии XX столетия. Его четырехтомный труд «История химии», отразивший развитие химических знаний с древнейших времен до 60-х годов нашего века, поражает не только масштабностью исторического полотна, но и тщательной проверкой фактов. Такая проверка дала возможность избежать многих ошибок, имевшихся у других историков химии.

Кроме этого уникального труда Партингтону принадлежат и многочисленные работы по истории химии, публиковавшиеся им в течение четырех десятилетий его творческой работы в области химии.

Анализируя причины столь большого интереса знаменитого физикохимика к истории науки, следует прежде всего сказать о его убежденности в том, что без знания истории науки невозможно понять эволюцию самой науки.

Обстоятельная биография Партингтона до сих пор не написана, о его жизни и деятельности известно немного*.

Будучи студентом Манчестерского университета, Партингтон проявил блестящие способности, и знаменитый В. Нернст пригласил его продолжать обучение в Берлине, где тогда читал лекции М. Планк. Под руководством Нернста Партингтон экспериментально изучал удельную теплоемкость газов. Многолетние исследования в этом направлении, получившие в то время высокую оценку, завершились в 1924 г. публикацией книги [1].

По возвращении в Англию Партингтон с 1913 г. преподает в Манчестерском университете. Успешно начавшаяся педагогическая деятельность (в 1913 г. уже вышел в свет его учебник химической термодинамики [2]) была прервана первой мировой войной. Работая для Министерства военного снабжения в сотрудничестве с Е. К. Риддиком, Партингтон исследовал вопросы очистки воды и окисления азота: эти работы были отмечены наградами. С 1919 по 1951 г., т. е. до ухода на пенсию, Партингтон был профессором Лондонского университета. Его экспериментальные исследования физических свойств водных и неводных растворов, диссоциации кристаллогидратов, теплоты растворения солей и др. свидетельствуют о многогранности его интересов.

Партингтон написал несколько учебных руководств по химии. Курс химической термодинамики, вышедший в свет вторым изданием в 1924 г., переведен на русский язык [3] и с предисловием и дополнениями А. В. Раковского был рекомендован в качестве учебного пособия для студентов университетов. Эта книга, значительно дополненная, еще дважды переиздавалась в Англии: в последнее издание включены также вопросы физической термодинамики [4].

«Учебник неорганической химии» [5], изданный впервые в 1921 г., выдержал шесть изданий, а в 1946 г. вышло в свет, по словам самого автора, более современное учебное пособие — «Общая и неорганическая химия» [6], переиздававшееся затем четыре раза.

Такой успех учебников Партингтона определялся широкой эрудицией автора и умелым изложением материала.

Одно из достоинств Партингтона как ученого и педагога заключалось в понимании важности изучения истории науки. Не случайно большая часть написанных им учебников содержит исторический материал. Его «Общая и неорганическая химия» содержит историческое введение, посвященное возникновению отдельных важных проблем в химии. Кроме того, в каждой специальной главе также имеются исторические сведения. Историко-химический материал пронизывает увлекательно написанную и содержательную «Повседневную химию» [7], которую автор предназначал для учащихся, поступающих в университет, а также краткий курс неорганической химии [8].

В фундаментальном пятитомном труде Партингтона «Расширенный курс физической химии» [9] рассмотрены пять глобальных проблем физической химии, а именно:

* Professor J. R. Partington.— In: *Partington J. R. A History of Chemistry*. V. 1. London, 1970.