

действием двух постоянных токов, их механическая сила *увеличивается* в той же степени, так что батарея должна обеспечить *двойную* величину работы в дополнение к той, которая требуется для поддержания токов против сопротивления цепей *).

545.] Введение В. Вебером системы абсолютных единиц для измерения электрических количеств является одним из наиболее важных шагов в прогрессе науки. Поставив вместе с Гауссом измерение магнитных количеств в первый ряд методов точного измерения, Вебер в своих «Электродинамических измерениях» не только излагает рациональные принципы установления подлежащих применению единиц, но и дает определения отдельных электрических величин в значениях этих единиц с ранее небывалой степенью точности. Этим исследованиям как электромагнитная, так и электростатическая системы единиц обязаны своим развитием и практическим применением.

Вебер также создал общую теорию электрического действия, из которой он выводит как электростатическую, так и электромагнитную силу, равно как и индукцию электрических токов. Мы рассмотрим эту теорию с некоторыми новейшими развитиями ее в отдельной главе (см. параграф 846).

*) Nichol's Cyclopaedia of Physical Sciences, изд. 1860 г., глава «Magnetism, Dynamical Relations of» и Reprint, § 571.



ГЛАВА IV

ОБ ИНДУКЦИИ ТОКА НА САМОГО СЕБЯ

546.] Свою девятую серию «Исследований» Фарадей посвятил изучению класса явлений, вызываемых током в проволоке, образующей катушку электромагнита.

Дженкин (Jenkin) наблюдал, что хотя и нельзя произвести чувствительный удар путем прямого действия вольтовой системы, состоящей только из одной пары пластинок, но если пропустить ток через катушку электромагнита и если затем прервать контакт между концами двух проводов, которые держат в руках, то все же будет чувствоваться небольшой удар. Такой удар не ощущается при установлении контакта.

Фарадей показал, что эти и другие явления, которые он описывает, относятся к тому же самому индуктивному действию, которое, как он уже наблюдал, вызывает ток на соседние проводники. В этом случае, однако, индуктивное действие оказывается на тот же проводник, который несет ток, и это действие очень сильно, так как сама проволока, несущая ток, ближе к различным элементам тока, чем может быть любая другая проволока.

547.] Однако Фарадей замечает *), что «первая мысль, которая приходит в голову, это та, что электричество обладает чем-то похожим на количество движения или инерцию в проводе». Действительно, если мы будем

*) Exp. Res., (1077) (см. русск. изд.).

рассматривать только один отдельный провод, то явления в точности аналогичны тем явлениям, которые наблюдаются в водопроводной трубе, наполненной текущим непрерывным потоком воды.

Если при наличии потока воды мы внезапно закроем конец трубы, импульс воды произведет внезапное давление, которое значительно больше, чем то, которое производится уровнем воды, и в некоторых случаях может даже разорвать трубу.

Если вода имеет какую-то возможность вытекать через узкое отверстие, в то время как главное отверстие закрыто, она будет выбрасываться из этого отверстия со значительно большей скоростью, чем та скорость, которая определяется уровнем воды, и если она может вытекать через вентиль в намеру, то это произойдет даже в том случае, если давление в камере выше, чем то, которое определяется уровнем воды. На этом принципе построен гидравлический таран, посредством которого малое количество воды может быть поднято на большую высоту с помощью большого количества, стекающего со значительно более низкого уровня.

548.] Эти эффекты инерции жидкости в трубе зависят исключительно от количества протекающей через трубу жидкости, от длины самой трубы и от ее сечений на различных отрезках длины. Они не зависят от чего-либо, находящегося вне этой трубы, а также от формы трубы при условии, что длина ее одинакова.

В случае с проволокой, по которой проходит ток, это не имеет места, так как если длинная проволока дублируется по всей длине, то эффект весьма мал, если две части отделяются одна от другой, эффект становится большим, а если проволока свернута винтообразно в катушку, то эффект становится еще большим. Наибольший эффект получается, если в середину катушки вставляется сердечник из мягкого железа.

Далее, если еще одна проволока наматывается на первую, будучи изолирована от нее, то, если вторая проволока не образует замкнутой цепи, явления остаются такими же, как и прежде; но если вторая проволока

образует замкнутую цепь, то в ней возникает ток индукции, и эффекты самоиндукции в первой проволоке тормозятся.

549.] Эти результаты ясно показали, что если явление следует отнести за счет количества движения, то оно безусловно не является количеством движения циркулирующего в проволоке электричества, ибо та же самая проволока, несущая тот же самый ток, дает различные эффекты в зависимости от приданной ей формы, и даже если ее форма не меняется, то присутствие других тел, как, например, куска железа или замкнутой металлической цепи, влияет на результат.

550.] Однако для ума, который однажды усмотрел аналогию между явлениями самоиндукции и явлениями движения материальных тел, трудно совершенно отказаться от помощи этой аналогии или допустить, что эта аналогия имеет совершенно поверхностный характер и ведет нас по неправильному пути. Фундаментальная динамическая идея материи, способной благодаря своему движению становиться резервуаром количества движения и энергии, так переплетена с нашими формами мышления, что когда мы усматриваем намек на нее в любой части природы, мы чувствуем, что перед нами открывается путь, который рано или поздно приведет к полному пониманию существа предмета.

551.] В случае электрического тока мы находим, что когда электродвижущая сила начинает действовать, она не сразу производит полный ток; ток увеличивается постепенно. Что же делает электродвижущая сила в течение того времени, пока противостоящее сопротивление еще не уравновешивает ее? Она увеличивает электрический ток.

Обычная сила, действующая на тело в направлении его движения, увеличивает его количество движения, сообщает ему кинетическую энергию, т. е. способность производить работу за счет своего движения.

Совершенно таким же образом не встречающая сопротивления часть электродвижущей силы идет на увеличение электрического тока. Имеет ли электрический

ток, будучи произведен таким способом, количество движения или кинетическую энергию?

Мы уже показали, что электрический ток имеет что-то весьма похожее на количество движения, что он оказывает сопротивление внезапной остановке и что на короткое время он может проявлять очень большую электродвижущую силу.

Но проводящая цепь, в которой течет ток, обладает благодаря этому способностью производить работу, и нельзя говорить, что эта способность является лишь чем-то весьма похожим на энергию, так как она в действительности и является энергией. Если ток предоставить самому себе, он будет продолжать циркулировать до тех пор, пока не будет остановлен сопротивлением цепи; но, до того как он будет остановлен, он породит известное количество тепла, и это количество в динамическом измерении равно энергии, первоначально существовавшей в токе.

Опять-таки, если ток предоставлен самому себе, он может быть использован для производства механической работы путем приведения в движение магнитов, и индуктивный эффект этих движений по закону Ленца прекращает ток скорее, чем это может сделать одно только сопротивление цепи. Таким путем часть энергии тока может быть превращена в механическую работу, вместо того чтобы быть превращенной в тепло.

552.] Отсюда вытекает, что система, содержащая электрический ток, является местом нахождения энергии какого-то рода, и так как мы не можем составить себе никакого представления об электрическом токе кроме как о кинетическом явлении*), его энергия должна быть кинетической энергией, т. е. энергией, которой обладает движущееся тело в силу своего движения.

Мы уже показали, что электричество в проволоке не может рассматриваться как движущееся тело, в котором мы должны найти эту энергию, так как энергия движущегося тела не зависит от чего-либо внешнего

по отношению к этому телу, в то время как присутствие других тел поблизости от тока меняет его энергию.

Мы, таким образом, приходим к необходимости исследовать, нет ли какого-либо движения, происходящего в пространстве за пределами проволоки, которое не занято электрическим током, но в котором проявляются электромагнитные эффекты тока.

В настоящее время я не хочу входить в рассуждения о том, следует ли такие движения искать скорее в одном месте, чем в другом, или рассматривать эти движения как движения одного рода скорее, чем другого. То, что я предполагаю сейчас сделать, это исследовать следствия допущения, что явления электрического тока представляют собой явления движущейся системы, причем движение передается от одной части системы к другой при помощи сил, природу и законы которых мы пока что даже не будем пытаться определять, так как мы можем исключить эти силы из уравнений движения при помощи данного Лагранжем метода для любой системы со связями.

В следующих пяти главах этого трактата я предполагаю вывести основные положения теории электричества из динамической гипотезы этого рода, вместо того чтобы следовать по пути, который привел Вебера и других исследователей к замечательным открытиям и опытам и к концепциям, многие из которых настолько же прекрасны, как и смелы. Я выбрал этот метод, так как хочу показать, что имеются другие точки зрения на явления, которые кажутся мне более удовлетворительными и в то же время более соответствуют методам, которых мы придерживались в предыдущих частях этой книги, чем точка зрения, основанная на гипотезе прямого действия на расстоянии.

*) Faraday, Exp. Res., (283) (см. русск. изд.).