

§ 48. НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ XIX В.

Наибольшее значение для развития физики во второй половине XIX в. имели теплотехника и электротехника. Паровая машина, ставшая универсальным двигателем как в промышленности, так и на транспорте, непрерывно совершенствовалась. Усовершенствовался способ парораспределения, в практику стали внедрять машины двойного и тройного расширения и т. д. Во второй половине XIX в. появляется двигатель внутреннего сгорания. Еще в XVII и XVIII вв. существо-

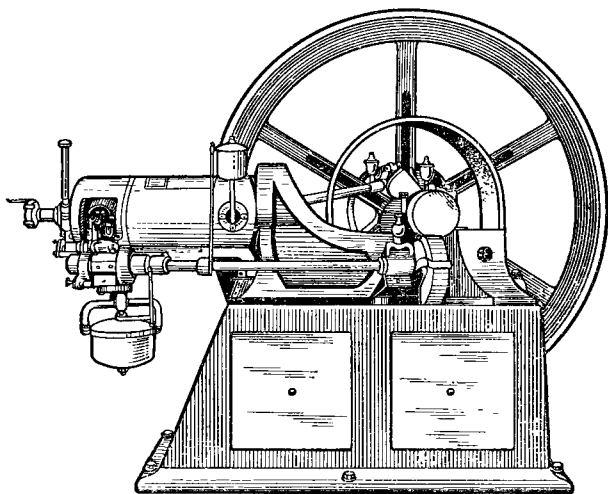


Рис. 1. Двигатель внутреннего сгорания

вала идея построения порохового двигателя (т. е. двигателя, работающего за счет использования энергии взрыва пороха). В начале XIX в. были предприняты первые попытки построить двигатель внутреннего сгорания с применением в качестве топлива светильного газа. Однако первая удачная конструкция двигателя на светильном газе была создана только в 1860 г. французом Ленуаром. В 1867 г. немецкие изобретатели Отто и Ланген построили атмосферную машину внутреннего сгорания. В этой машине подъем тяжелого поршня осуществлялся в результате взрыва горючей смеси в цилиндре, а последующее опускание его происходило под действием веса поршня и атмосферного давления. В 1878 г. появляется четырехтактный двигатель внутреннего сгорания, построенный Отто (рис. 1). Он оказался удобным в эксплуатации и получил широкое распространение. Наконец, в 90-х годах немецкий инженер Дизель сконструировал новый тип двигателя внутреннего сгорания, в котором происходило самовозгорание горючей смеси в результате ее сжатия.

В 80-х годах XIX в. начинает внедряться в практику и третий вид теплового двигателя — паровая турбина. Первая удачная конструкция паровой турбины принадлежала швейцарскому инженеру Лавалю (рис. 2) и английскому изобретателю Парсонсу, построившим почти одновременно пригодные для эксплуатации паровые турбины.

Развитие теплотехники играло решающую роль для развития термодинамики. Мы уже видели, что первые исследования в области термодинамики были непосредственно связаны с задачей повышения коэффициента полезного действия паровой машины. В дальнейшем развитие термодинамики также стимулировалось техническими задачами конструирования тепловых машин. В свою очередь успехи термодинамики оказывали прямое влияние на развитие теплотехники. Теперь уже конструктор тепловых машин, будь то паровая машина, двигатель внутреннего сгорания или паровая турбина, в своей работе непосредственно опирался на теоретические положения термодинамики.

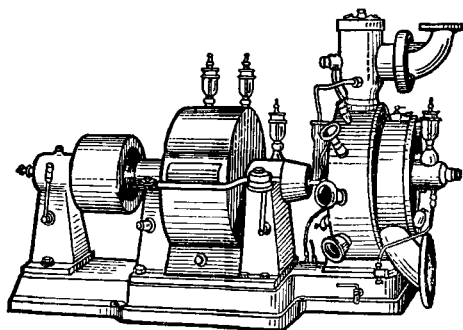


Рис. 2. Паровая турбина Лавала

Важную роль в развитии физики рассматриваемого периода играла электротехника. Эта область техники, зародившаяся еще в первой половине XIX в., начинает приобретать все большее и большее значение. Уже в 50-е годы Маркв отметил:

«... его величество пар (*der König Dampf*), который в прошлом столетии все на свете перевернул вверх дном, сходит теперь со сцены (*habe ausregiert*) и уступает свое место несравненно более сильному революционеру — электрической искре⁴⁾».

Важное практическое применение электричества — электрический телеграф — был изобретен уже в первой половине XIX в. Во второй половине XIX в. телеграф вступает в новую фазу своего развития: создается междугородная и трансконтинентальная связь. В 1851 г. прокладывается первый подводный кабель между Англией и Францией. А уже в 1857 г. начинаются работы по прокладке кабеля через Атлантический океан; в 1866 г. устанавливается постоянно действующая телеграфная линия между Америкой и Европой.

С 60-х годов изобретательская мысль работает над изобретением телефонной связи. Начиная с 70-х годов наряду с телеграфом в практику входит и телефон, который получает все большее и большее распространение. Широкое применение телеграфной и телефонной связи имело большое значение для развития электродинамики. Под влиянием

⁴⁾ Электродвигатель в его историческом развитии. — Документы и материалы. М.—Л., Изд-во АН СССР 1936, с. V.



Павел Николаевич Яблочков

«... большое практическое значение телеграфии способствовало быстрому усовершенствованию методов электрических измерений до таких пределов, которые сделали возможным сравнение их точности с точностью астрономических наблюдений»¹).

Второй широкой практической областью применения электричества было электрическое освещение. Открытие электрической дуги направило изобретательскую мысль на использование ее для освещения. Техническое выполнение этой идеи было связано с решением проблемы регулирования расстояния между электродами дуги по мере их сгорания. С середины 40-х годов появляются различные проекты таких автоматически действующих регуляторов, основанных на различных принципах. Но конструкции их были несовершенны и дуговые лампы получили весьма ограниченное применение для практических целей.

Начало более широкому использованию электричества для освещения положило изобретение Павлом Николаевичем Яблочковым (1847—1894) оригинальной конструкции дуговой лампы (свечи Яблочкова), на которую он взял патент в 1876 г. Вместо обычного до этого времени расположения электродов в дуговой лампе, при котором расстояние между ними менялось по мере их сгорания, Яблочков расположил электроды параллельно, а между ними поместил изолирующую прокладку, которая сгорала вместе с ними (рис. 3). Конструкция

¹ Из предыстории радио. — Сборник статей и материалов. Вып. 1. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1948, с. 220.

оказалась удачной, и свеча Яблочкова получила распространение. «Русский свет» — так называли это изобретение — засиял на улицах, площадях, в помещениях ряда городов Европы, Америки и даже Азии.

«... из Парижа, — писал Яблочков, — электрическое освещение распространилось по всему миру, дойдя до дворца шаха Персидского и до дворца Короля Камбоджи»¹⁾.

С начала 80-х годов свечу Яблочкова начинает вытеснять лампа накаливания. Еще в первой половине XIX в. пытались использовать для освещения раскаленные проводники, по которым проходил электрический ток. Однако в то время не были достигнуты положительные результаты.

Впервые пригодную для практических целей электрическую лампу накаливания сконструировал русский изобретатель Александр Николаевич Лодыгин (1847—1923). В 1873 г. он уже демонстрировал освещение лампами накаливания одной из улиц Петербурга. Лодыгин создал несколько конструкций ламп накаливания. Одна из ламп представляла собой стеклянный баллон, внутри которого в вакууме между двумя массивными медными стержнями помещался угольный стерженец (рис. 4). В 1874 г. Лодыгин получил за свое изобретение Ломоносовскую премию Академии наук и продолжал работать над усовершенствованием изобретения. Из-за финансовых затруднений он вскоре уехал за границу, где, однако, не бросил работать над более совершенными моделями ламп.

Американский изобретатель Томас Альва Эдисон (1847—1931), также занимавшийся проблемой электрического освещения, создал в 1879 г. удачную конструкцию лампы накаливания, которая вскоре получила широкое распространение (рис. 5).

Развитие электроламповой промышленности сыграло большую роль в развитии электродинамики и физики вообще. Необходимость создания хорошего вакуума вызвало появление вакуумной техники, без которой невозможны были бы последующие открытия, приведшие к развитию электронной теории и теории строения вещества. Извест-

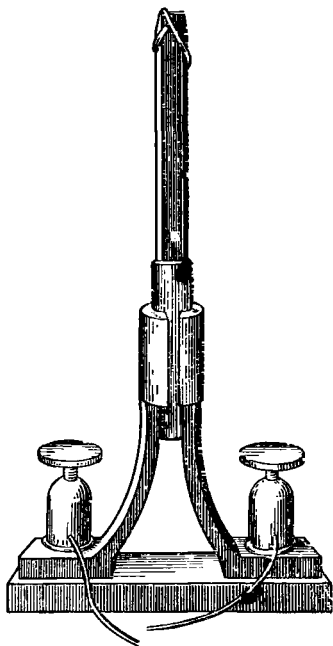


Рис. 3. Свеча Яблочкова

¹⁾ Ш а т е л е н М. А. Русские электротехники второй половины XIX в. М.—Л., Госэнергоиздат, 1950, с. 116.

ный английский физик Дж. Дж. Томсон, которому физика обязана открытием электрона писал:

«Если наука помогает промышленности, то и в свою очередь промышленность помогает науке. Иллюстрацией может служить то, что потребность в высоком вакууме для электрических и электронных ламп привела к тому, что получение высокого вакуума стало делом коммерческой выгоды, а в результате физик имеет в своем распоряжении насосы настолько большой мощности, что они могут поддерживать высокий вакуум, несмотря на то, что в сосуд, где получается этот вакуум, непрерывно втекает поток тех частиц, которые мы желаем изучать. Это исключительно важно при изучении заряженных частиц и электронов»¹⁾.

Наконец, электричество начинают широко применять в промышленности как двигательную силу; вместе с этим появляется пригодный для практической цели генератор электрического тока. Мы уже отмечали, что в первой половине XIX в. над изобретением электрического двигателя работали и ученые, и изобретатели. Однако в то время электродвигатели не получили практического значения. Одной из причин этого было то, что для их питания использовали гальванические батареи. Это было и дорого и неудобно. Для широкого применения электрических двигателей нужно было создать более совершенный источник электрического тока. Им мог быть только электрический генератор — динамомашинa. Первые генераторы электрического тока, которые также появились еще в первой половине XIX в., были генера-

¹⁾ Т и м и р я з е в А. К. Жизнь и труды Дж. Дж. Томсона (1856—1940). — «Успехи химии», т. 10, 1941, № 1, с. 109—110.

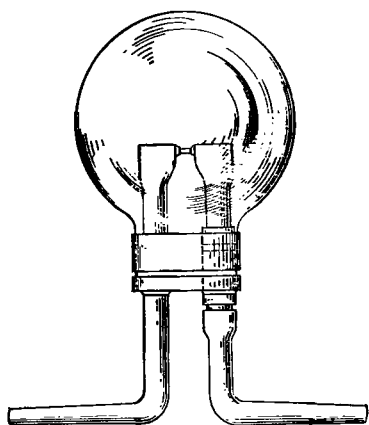


Рис. 4. Одна из ламп накаливания Лодыгина

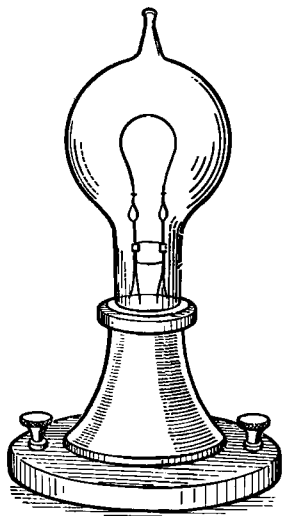


Рис. 5. Лампа накаливания Эдисона

торами постоянного тока с постоянными магнитами. Несмотря на свое несовершенство, они получают практическое применение с самого начала второй половины XIX в. В основном такие генераторы использовали в гальванопластике и для питания дуговых ламп, устанавливаемых, в частности, на маяках (первые дуговые лампы были установлены на маяке в Англии в 1852 г.). В качестве примера можно привести довольно распространенный в 50—60-х годах электрогенератор, вы-

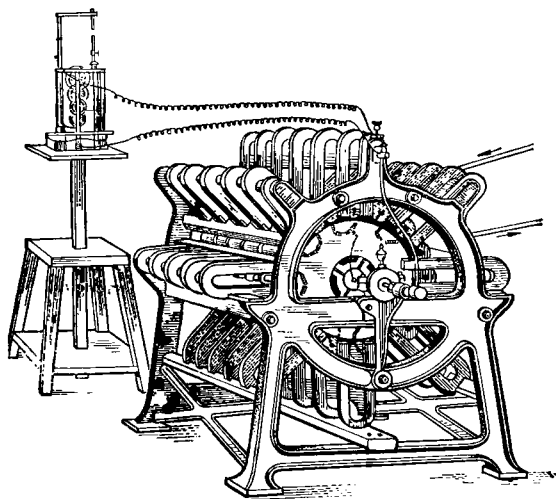


Рис. 6. Электрогенератор «Альянс»

пускаемый компанией «Альянс» в Париже и применявшийся в гальванопластике, а также для питания дуговых ламп (рис. 6).

Большим шагом вперед явилось изобретение электрических генераторов, в которых вместо постоянных магнитов использовались электромагниты, питаемые током, который вырабатывался самим генератором, — так называемые генераторы с самовозбуждением. Генераторы с самовозбуждением, сконструированные Граммом (рис. 7), начали выпускаться промышленностью в 70-х годах и после дальнейшего усовершенствования получили широкое применение. Вместе с

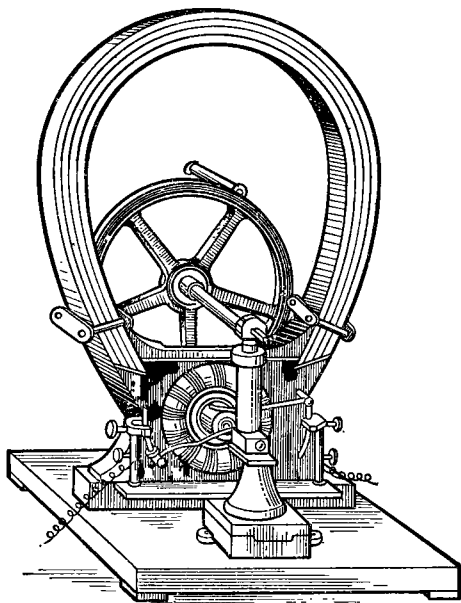


Рис. 7. Магнетозлектрический генератор Грамма

тем в практике начинают широко использовать и электродвигатели постоянного тока. Электродвигатели стали применяться на заводах для приведения в движение станков, на транспорте и т. д.

В 80-х годах в связи со все более и более широким практическим применением электричества возникает новая техническая проблема — проблема распределения и передачи электроэнергии на далекие расстояния. Экономически более выгодной была система, когда электроэнергия производится на мощных электростанциях и снабжает большое количество потребителей, расположенных на значительном пространстве вокруг них. Но применение постоянного тока не позволяло перейти к такой системе электроснабжения. Для производства и потребления электроэнергии экономически был выгоден ток невысокого напряжения, но его невыгодно передавать на большие расстояния вследствие значительных потерь на джоулево тепло. Решить проблему централизованного снабжения электроэнергией можно было, применив переменный ток, напряжение которого легко менять с помощью трансформатора.

Впервые для практических целей переменный ток начал использовать Яблочков. Питание изобретенных им свечей постоянным током было сопряжено с определенным неудобством. Положительный угольный электрод сгорал быстрее, нежели отрицательный. Чтобы избавиться от этого, Яблочков решил использовать переменный ток. Одновременно он решил проблему «дробления электричества», т. е. питания нескольких свечей или групп свечей от одного источника тока. При этом использовались индукционные катушки, играющие роль трансформаторов (рис. 8), которые начиная с 80-х годов в результате работы ряда изобретателей входят в практику.

Применение переменного тока в электротехнике встретило сопротивление со стороны электротехнических компаний, производивших оборудование для постоянного тока. Разгорелась борьба, которая кончилась «победой» переменного тока. Важную роль в этом сыграло изобретение итальянцем Феррарисом и югославом Тесла так называемого вращающегося магнитного поля. Это изобретение позволило использовать асинхронные электродвигатели, которые решили задачу практического применения переменного тока как двигательной силы.

Развитие электромашиностроения также оказало существенное влияние на электродинамику во второй половине XIX в. Усовершенствование генераторов и электродвигателей требовало изучения свойств магнитных материалов, а вместе с тем создания их теории. Одной из первых фундаментальных работ в этом направлении была работа профессора Московского университета Александра Григорьевича Столетова (1839—1896) «Исследование функции намагничи-



Александр Григорьевич Столетов

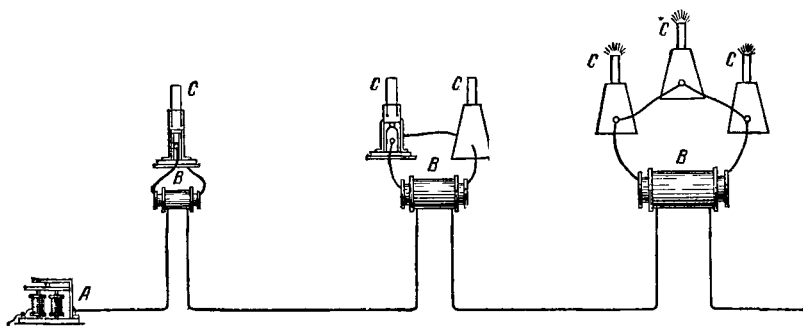


Рис. 8. Схема «дробления света» по Яблочкову

вания мягкого железа» (1871). Столетов применил метод намагничивания замкнутого железного кольца током, ставший затем одним из основных методов изучения свойств магнитных материалов (рис. 9), и установил целый ряд важных закономерностей, связанных с намагничиванием мягкого железа. Он писал:

«... изучение функции намагничивания железа может иметь практическую важность при устройстве и употреблении как *электромагнитных двигателей*, так и тех *магнитов электрических машин* нового рода, в которых временное на-

магнетизм железа играет главную роль (снаряды Н. Уайльда, Сименса, Лада и др.). Знание свойств железа относительно временного намагничивания так же необходимо здесь, как необходимо знакомство со свойствами пара для теории паровых машин. Только при таком знании мы получим возможность обсудить а priori наилучшую конструкцию подобного снаряда и наперед рассчитать его полезное действие»¹⁾.

Особенно быстрое развитие исследований свойств магнитных материалов началось с 80-х годов, что было, несомненно, связано с успехами в конструировании электрогенераторов, электрических двигателей и трансформаторов.

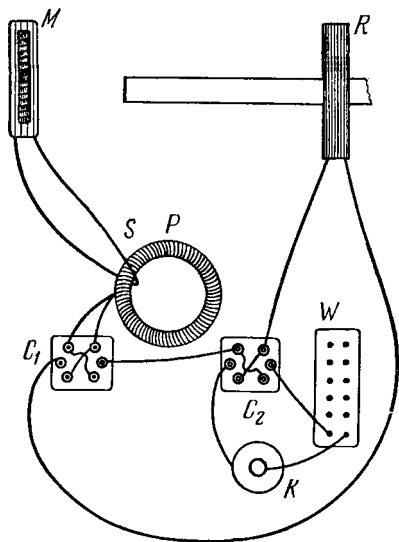


Рис. 9. Схема установки Столетова

В начале 80-х годов было обнаружено явление гистерезиса; английские инженеры братья Гопкинсоны разработали так называемую теорию магнитных цепей. В 1895 г. П. Кюри исследовал зависимость магнитных свойств диамагнитных, парамагнитных и ферромагнитных материалов от температуры и установил существование точки Кюри у ферромагнетиков.

Изучение свойств магнитных материалов также оказало влияние на исследование магнитооптических явлений, которое имело значение в развитии электронной теории.

Применение электричества для связи, освещения, в качестве двигательной силы и т. д. оказало существенное влияние на развитие техники электрических измерений. Электроизмерительные приборы, появившиеся в первой половине XIX в., уже к 80-м годам достигли большой степени совершенства. Электрические компании Европы и Америки изготовляли гальванометры, амперметры, вольтметры, магазины сопротивлений, эталонные конденсаторы и т. д. различных конструкций и различной чувствительности. В 1881 г. в Париже под председательством министра почт и телеграфов Франции собрался первый международный конгресс электриков и была организована большая выставка электрооборудования. На выставке большое место было уделено электроизмерительной аппаратуре, выпускаемой различными электрическими компаниями и лабораториями. Были выставлены гальванометры, амперметры и миллиамперметры различных конструкций и различной чувствительности. Наряду с гальванометрами, способными обнаруживать ток силой 10^{-9} и даже 10^{-10} А, демонстрировались приборы, рассчитанные на измерение тока силой

¹⁾ Столетов А. Г. Собр. соч. Т. I. М.—Л., Гостехиздат, 1939, с. 150.

в десятки ампер. Здесь также имелись конструкции амперметров и вольтметров для переменного тока, эталоны и магазины сопротивлений, реостаты, мостики для измерения сопротивлений и емкостей. Большое внимание уделил конгресс вопросу об электрических единицах. Специальной комиссии было поручено разработать единую систему единиц. В нее вошли крупнейшие ученые различных стран, такие, как В. Томсон, Гельмгольц, Клаузиус, Кирхгоф и др., из русских ученых в комиссию вошел А. Г. Столетов. Комиссия подробно изучила вопрос об электрических единицах и разработала систему электрических единиц.

§ 49. ОСНОВНЫЕ ФИЛОСОФСКИЕ ИДЕИ ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ XIX В.

Середина XIX в. — поворотный пункт в истории философии. Работы создателей философии диалектического материализма Маркса и Энгельса открыли новый этап в развитии философии. Однако естествоиспытатели, в частности физики, либо не имели никакого представления о философии Маркса и Энгельса, либо просто игнорировали ее. Это вполне понятно. Во-первых, философская часть учения основоположников марксизма была связана с их учением о неизбежной гибели капитализма, о необходимости пролетарской революции и т. д. Последнее же не могло быть легко принято буржуазными учеными, даже настроенными демократически. Во-вторых, само представление о диалектике могло быть связано с философией Гегеля и, в частности, с его фантастическими воззрениями на вопросы естествознания, к которым естествоиспытатели не могли не чувствовать, мягко говоря, критического отношения. Таким образом, философия Маркса и Энгельса в течение всей второй половины XIX в. не нашла отражения в трудах естествоиспытателей. Трудно указать какой-либо труд того времени, затрагивающий методологические вопросы физики, да и естествознания вообще, автор которого освещал бы в какой-то степени их с позиций диалектического материализма или даже просто упоминал бы о существовании этой философии. Например, в довольно обширном сочинении Ланге «История материализма» (первое издание вышло в 1865 г.) неоднократно переиздававшемся, в котором уделено большое внимание философским вопросам естествознания, нет даже упоминания о существовании диалектического материализма Маркса и Энгельса. Но, возможно, это неудачный пример. Ланге был противником материализма вообще, поэтому, может быть, он сознательно умолчал о материализме Маркса и Энгельса. Возьмем книгу Геккеля «Мировые загадки», вышедшую в конце XIX в. Она написана в боевом материалистическом духе и вызвала острую идеологическую борьбу. Однако и здесь нет ни слова о диалектическом материализме Маркса и Энгельса. Выдающийся русский физик Н. А. Умов, работавший во второй половине XIX в. и в начале XX в., автор многих работ, посвященных фило-