

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>4</b>
<b>Глава 1. ИСТОРИЧЕСКИЕ ВЕХИ В СОЗДАНИИ И РАЗВИТИИ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ .....</b>	<b>8</b>
1.1. Из истории создания электростатических (трибоэлектрических) генераторов и иных источников электрической энергии .....	9
1.2. Из истории создания гальванических элементов и аккумуляторных батарей .....	32
1.3. Из истории создания первых электрических генераторов .....	56
1.4. Из истории создания электрических трансформаторов .....	75
1.5. Из истории развития и становления знаний об электротехнических материалах и изделий из них .....	90
<b>Глава 2. ИСТОРИЧЕСКИЕ ВЕХИ РАЗВИТИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ .....</b>	<b>113</b>
2.1. Из истории развития электрохимических процессов и становления установок на их основе .....	114
2.2. Из истории развития электрического нагрева и электротермических установок .....	151
2.3. Из истории становления электрической сварки и развития сварочного оборудования .....	211
2.4. Из истории развития электрического освещения .....	229
2.5. Из истории развития электрического привода .....	270
<b>Глава 3. ИСТОРИЧЕСКИЕ ВЕХИ В СОЗДАНИИ И РАЗВИТИИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ .....</b>	<b>295</b>
3.1. Из истории создания и становления электрических станций .....	295
3.2. Война токов: постоянный или переменный .....	326
3.3. Из истории создания и становления систем передачи и распределения электрической энергии .....	329
3.4. План ГОЭЛРО и его историческое значение для электроэнергетической системы страны .....	351
3.5. Великая Отечественная война в истории электроэнергетической системы страны .....	360
3.6. Создание электроэнергетических систем в мире и России .....	374
<b>Глава 4. ХРОНОЛОГИЯ ОТКРЫТИЙ И ИЗОБРЕТЕНИЙ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ .....</b>	<b>387</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>408</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА .....</b>	<b>409</b>

# ВВЕДЕНИЕ

*«Наука не является  
и никогда не будет являться законченной книгой.  
Каждый важный успех приносит  
новые вопросы. Всякое развитие  
обнаруживает со временем все новые  
и более глубокие трудности».*

Альберт Эйнштейн

Многие ученые, изучающие историю, развитие общества, становление науки, технологий и техники, считают, что основополагающим моментом во всей истории человечества и особенно при формировании условий его существования является отношение человеческой цивилизации к энергии: уровню ее потребления; разработке и внедрению новых ее источников; бережному и рациональному ее расходованию; безопасному, с точки зрения ее производства и потребления, влиянию на окружающую среду.

Потребность жителей планеты в разнообразных видах энергии — это одно из главнейших условий для выживания, существования, повышения качества жизни и организации всех видов деятельности человека. Как точно заметил в одной из своих лекций профессор-исследователь, президент Международного комитета истории технологий (ICONTEC) (2009–2013), редактор журнала ICON — Journal of the International Committee for the History of Technology (2011–2015) — Джеймс К. Уильямс: *«Действительно, существует мнение, что энергетика — это ключ к развитию цивилизации, что эволюция человеческого общества зависит от преобразования энергии для использования человеком. Многие люди ставят под сомнение давнее предположение, что уровень жизни и качество цивилизации пропорциональны количеству энергии, используемой обществом. Однако, с определенной степенью точности, большинство людей все же уверены в стойкости формулы: энергия = прогресс = цивилизация»*. Энергия сама по себе — ключевой фактор, определяющий динамичное развитие нашей цивилизации и всех видов трудовой деятельности, серьезно влияющий на социально-экономическую и политическую сферы деятельности человечества.

Академик Глеб Максимилианович Кржижановский (1872–1959), рассматривая человеческую цивилизацию через призму ее исторического развития и анализируя энергозатраты и потребление энергии, создание новых средств производства и развитие производительных сил в обществе в разные эпохи и исторические периоды, предложил определение меры оценки исторических эпох через понятие *«энергетических порогов — исторических периодов, когда в результате качественного совершенствования энергетической базы происходит скачок в росте производительности труда, особенно в трудоемких процессах — физических и умственных»*.

1. Первый энергетический порог. Этот исторический период соответствовал третьему тысячелетию до нашей эры, который характеризовался такими основными первичными источниками энергии и техническими устройствами, как

энергия воды и водяное колесо, а позднее — энергия органического топлива (биомасса) и очаг, энергия ветра и ветровая турбина и парус; именно они эффективно заменили мускульную силу человека и животных.

2. Второй энергетический порог. Этот этап *«энергетического водораздела»* пришелся на первую половину XVIII в., именно в тот исторический период, когда был осуществлен переход от ручной мануфактуры к машинному производству. Технической основой энергетической базы назревшего переустройства производственных мощностей стала паровая машина, параллельно с которой обозначилось получение и развитие знаний нового уровня в механике, гидравлике и теплотехнике.

3. Третий энергетический порог. Этот исторический период был определен эпохой XIX–XX вв., когда потребовалась серьезная концентрация производства, которую уже невозможно было осуществить, не используя для этих целей электрической энергии. Основой такого кардинального шага в развитии производственных отношений стала открывшаяся перед человечеством возможность производить, генерировать электрическую энергию и транспортировать ее непосредственно к конкретному потребителю, который мог бы с высоким коэффициентом использования преобразовывать ее в другие виды энергии. Параллельно происходило становление науки об электричестве и получение новых знаний об электрических явлениях.

4. Четвертый энергетический порог. Как исторический период он практически совпадал с третьим, и его наступление было охарактеризовано созданием принципиально нового движителя — двигателя внутреннего сгорания, применение которого позволило напрямую превращать химическую энергию топлива в механическую энергию движения.

5. Пятый энергетический порог. Он наступил в исторической хронологии во второй половине XX в., когда стало очевидным сочетание широкого спектра направлений развития энергетики, прежде всего с использованием качественно нового энергетического ресурса — ядерного топлива. Параллельно наметилось интенсивное развитие электроники, изменившей многие отрасли экономики, и создание компьютеров, роботов, осуществивших широкую автоматизацию производственных процессов и операций и т. п. Поэтому человечество XX в. было охарактеризовано понятием *«энергетическая цивилизация»*, определившим ориентацию экономики государств на количественный рост производства и организацию больших систем, где человек являлся не активным потребителем, а лишь элементом машинной системы.

В XXI в. можно утверждать о том, что наметился новый энергетический порог, который характеризуется направленностью на снижение роли ресурсно-сырьевого потенциала в обеспечении им энергетической отрасли экономики, что позволило ввести в оборот понятие энергетики нового типа, так называемой *«постиндустриальной энергетики»*, которая предполагает базироваться на неуглеродных источниках энергии — возобновляемой и атомной энергии. Прогнозируется возникновение сложных систем управления энергопотреблением в режиме реального времени с использованием децентрализованных и распределенных источников энергии, с интеграцией энергетики в техносферу, с раз-

витым энергосбережением и появлением принципиально новых источников энергии. Новые технологии, безусловно, расширят рамки возможностей человеческой цивилизации, но внедрение этих новшеств, которые зачастую являются более энергоемкими, потребует, как это наблюдалось во все исторические эпохи, мобилизации дополнительных энергоресурсов.

Анализ статистических данных показывает, что во всех развитых индустриальных странах темпы развития энергетики опережали и опережают темпы развития других отраслей экономики. И при этом основной, опорной отраслью энергетики в настоящее время стала электроэнергетика.

Электроэнергетика стала началом трансформации исторических перемен в человеческом обществе, не зря немецкий философ, социолог, экономист Карл Маркс (1818–1883) назвал электричество более опасным врагом старого строя, *«чем все заговоры Бланки»*.

Специфической особенностью электроэнергетики является тот факт, что ее готовый продукт практически не накапливается для последующего дозированного использования, поэтому ее фактическое потребление соответствует текущему производству и по размерам, с учетом фактора потерь, и во времени.

Сегодня невозможно представить себе жизнь человека и его существование без электрической энергии — она проникла во все сферы деятельности: промышленность и сельское хозяйство, науку и космос, наш быт и социум. Столь широкое распространение объясняется ее специфическими свойствами: легкостью ее производства, так как она может быть получена из большого количества других различных видов энергии; возможностью превращаться практически во все другие виды энергии (тепловую, механическую, световую, звуковую и т. п.); способностью относительно просто передаваться на значительные расстояния в достаточных для потребления количествах и сравнительно с небольшими потерями, а также легко дробиться в местах потребления; протекать на огромных скоростях, так как по своей сущности электричество представляет собой очень концентрированный вид энергии; электрические явления характерны для всех биологических объектов растительного и животного происхождения и т. п.

Электроэнергетика — важная часть жизнедеятельности человека, и уровень ее развития отражает уровень развития производительных сил общества и возможность интенсифицировать научно-технический прогресс.

Если оценивать долю потребления электрической энергии в Российской Федерации по видам потребителей, то можно отметить, что ее структура в течение последних десятилетий стабильна и проценты ее потребления по сегментам экономики существенно не меняются.

Крупнейшими потребителями являются сельское хозяйство, горнодобывающая промышленность, промышленность и строительство — это около 37% от всей произведенной энергии. Личный и коммерческий транспорт оценивается использованием почти 20% произведенной в мире электрической энергии; население планеты на отопление, освещение и разнообразные электроприборы расходует 11%; коммерческое потребление (освещение, отопление и охлаждение коммерческих зданий, водоснабжение и канализация) составляет около 5%

затрат; оставшиеся 27% мирового потребления энергии теряются при производстве и передаче электроэнергии.

Учебное пособие предназначено для обучающихся, получающих знания по технике и технологиям на всех уровнях высшего образования (бакалавриат, магистратура, специалитет, подготовка кадров высшей квалификации) по направлениям подготовки и специальностям: «Агроинженерия», «Инженерия в агробизнесе», «Электроэнергетика и электротехника», «Технологии, технические средства и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве», «История науки и техники», а также для специалистов, работающих на электроэнергетических предприятиях, в промышленности и аграрном секторе экономики, для преподавателей и научных работников.

# ГЛАВА 1

## ИСТОРИЧЕСКИЕ ВЕХИ В СОЗДАНИИ И РАЗВИТИИ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

*«С тех пор прошло 80 лет,  
и я по-прежнему задаю себе этот же вопрос:  
что же такое электричество?  
но не в состоянии ответить на него».*

Никола Тесла

За многолетнюю историю изучения Древнего Египта и его монументальных сооружений — египетских пирамид — в протяженных коридорах последних археологи и ученые не обнаружили ни малейших явных следов сажи на стенах и потолках. Выходило, что нет материальных доказательств использования строителями древних пирамид факелов или масляных ламп с открытым огнем для освещения проводимых во внутренних помещениях работ. Но в то же время в некоторых античных рукописях встречаются описания, что помещения египетских подземных храмов и лабиринтов освещались равномерным светом невидимых источников, или «негасимых светильников». Так, например, древнегреческий писатель и философ римской эпохи Плутарх (между 45 и 50 — около 120 гг.) со ссылкой на неких египетских жрецов писал, что над входами в храмы несколько столетий горели лампы, не требующие ухода.

Некоторые современные исследователи выдвигали сенсационную гипотезу, и, по их мнению, можно предполагать, что древнеегипетские инженеры могли «добывать» электричество.

Известны случаи, когда археологи находили в древнеегипетских храмах настенные изображения грушевидных предметов с волнистыми линиями в виде змей внутри и, кроме этого, от этих устройств шли как бы «кабели», а сами эти предметы были вставлены в спиралевидную конструкцию. Современные инженеры интуитивно предположили, что эти рисунки очень похожи на электрические светильники с изоляторами. Так, например, под храмом Хатор в Дендере были найдены узкие камеры, стены которых были расписаны изображениями людей с большими колбами, похожими на электролампы. От них те же «кабели» шли к ящику, на котором сидит бог воздуха, а рядом стоит бог Гор с собачьей головой и держит в руках «ножи и свечи». Родилось предположение, что под храмом находилась настоящая электростанция.

Но все перечисленное выше было только предположениями и догадками ученых-историков, а вот сама история поиска, создания и становления первых источников электрической энергии опирается на конкретные фамилии своих творцов и располагает описаниями технических решений, ими полученными.

Первоначально документально запротоколированными источниками электричества являлись электростатические (трибоэлектрические) генераторы и гальванические батареи — первые из источников, изготовленные и собранные талантом ученых, инженеров и исследователей. Отсутствие экономических и достаточно мощных генераторов электрической энергии тормозило в конце XVIII — начале

XIX в. широкое внедрение в практику электрохимических и электротермических процессов, да и для широкого внедрения таких новаций XIX в., как электрическое освещение и электрический привод, было много вопросов. Лишь появление первых динамо-машин и электрических генераторов дало заметный толчок развитию и применению электротехнологического и осветительного электрооборудования, электрических приводов и электрических двигателей в производственных процессах и др. Более широкий размах повсеместного использования электрической энергии для нужд промышленности и в быту населения появился с внедрением электрических станций и централизованных систем электроснабжения.

### **1.1. Из истории создания электростатических (трибоэлектрических) генераторов и иных источников электрической энергии**

В античной Греции на рубеже VII–VI вв. до н. э. купец, а вместе с тем философ и ученый Фалес Милетский (умер 547 г. до н. э.) заметил, что если натереть меховой шкуркой кусок окаменевшей смолы — янтарь, то последний приобретал способность притягивать к себе различные легкие предметы: перья птиц, сухие листочки, ворсинки от одежды, волоски и т. п. И, отдавая дань первым наблюдениям, по прошествии нескольких столетий элементарную заряженную частицу с единичным электрическим зарядом стали называть «электрон», который на греческом звучал как «янтарь» (*др.-греч. ἤλεκτρον*).

Первым источником электрической энергии уже нашей эры, изготовленным руками человека, стал электростатический (трибоэлектрический) генератор, изобретенный и собранный в 1663 г. бургомистром Магдебурга, военным инженером, физиком и естествоиспытателем Отто фон Герике (1602–1686) (рис. 1.1*а* и *б*). Конструкция этого «*электростатического генератора*» подробно была описана им в сочинении «*Новые, так называемые магдебургские, опыты о пустом пространстве*» (1672).

Шар из стекла естествоиспытатель заливал серой и, дождавшись ее затвердевания, он отбивал и удалял стекляшки, а получившийся уже серный шар диаметром около 20 см насаживал на деревянную ось с подшипниками (рис. 1.2*а*). Этот шар с помощью нити — шнурка — мог быть приведен в быстрое вращение, и тогда при трении приложенной к нему руки между шаром и свободно подвешенным перед ним металлическим стержнем проскакивали маленькие искорки. Стержень являлся проводником (кондуктором) и мог отдавать свой заряд руке или другим близко находящимся предметам. Мощность шара по оценкам современников была менее 1 Вт.

Проведя опыты и разобравшись в зафиксированных эффектах, Отто фон Герике сделал несколько важных наблюдений: 1) шар из серы электризовался гораздо сильнее, чем кусок янтаря, с которым экспериментировал Ульям Гильберт (1544–1603); 2) существует не только электрическое притяжение, но и электрическое отталкивание — пушинка сначала притягивалась наэлектризованным шаром, но затем, коснувшись его, отталкивалась; 3) электрическая сила могла распространяться по льняной нитке длиной в один локоть, прикрепив ко-

торую к деревянной палочке и приблизив к ее верхнему концу натертый шар из серы, можно было наблюдать, как она могла притягивать легкие предметы своим нижним концом, как будто ее наэлектризовали.



а



б

**Рис. 1.1**

*Отто фон Герике (1602–1686) (а); гравюра 1750 г., на которой показан его опыт со статическим электричеством (б)<sup>1</sup>*

Английский натурфилософ Томас Браун (1605–1682) в тот исторический период описывал электрические явления следующим образом: «*Это сила, способная притягивать соломинки и легкие тела*».

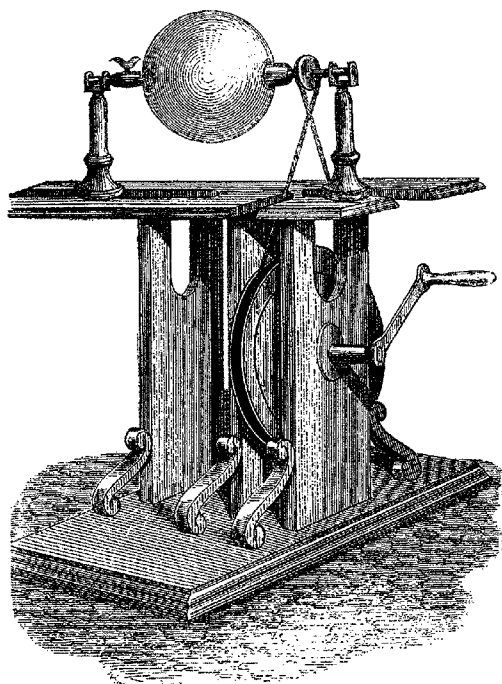
Когда О. фон Герике электризовал шар в темной комнате, то на руке, которая натирала шар, был виден отчетливый, хотя и слабый свет и это свечение сопровождалось особым шумом — потрескиванием. При электризации серного шара всегда был слышен легкий треск. В то время объяснить наблюдаемые явления исследователь так и не сумел, а вот все полученные результаты он зафиксировал, опубликовав их в 1672 г. в своей книге “*Experimenta nova*” (рис. 1.2б).

Немецкий ученый Готфрид Вильгельм Лейбниц (1646–1716), используя машину О. фон Герике, в марте 1672 г. наблюдал электрическую искру, что было отмечено историками как первое упоминание о наблюдаемом загадочном для того времени явлении.

Английский ученый-самоучка и эклектичный экспериментатор Френсис Хауксби (1666–1713) в 1705 г. создал электрический генератор (рис. 1.3а), используя вместо серного шара стеклянный. Кроме этого новшества именно он дополнительно в 1743 г. в конструкцию машины ввел скользящий контакт, который снимал заряд и при этом машина могла при вращении непрерывно генерировать электрическую энергию.

<sup>1</sup> URL: <http://www.eduspb.com/>; [https://tsput.ru/res/fizika/ELECTRO\\_DREAM/PERSONS/gerike.htm](https://tsput.ru/res/fizika/ELECTRO_DREAM/PERSONS/gerike.htm).





а



б

Рис. 1.2

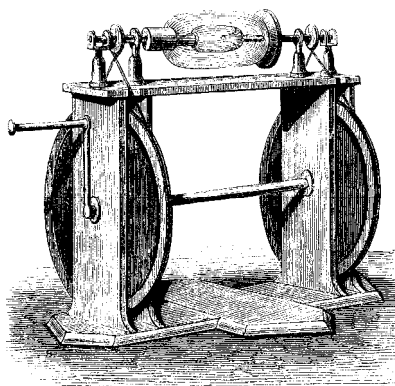
Электростатический генератор О. фон Герике (а); титульный лист книги *“Experimenta nova”*, изданной в Амстердаме в 1672 году (б)<sup>2</sup>

Более масштабно электрические опыты О. фон Герике продолжил английский ученый и исследователь Стивен Грей (1666–1736) (рис. 1.3в). Простой красильщик тканей из Кента не получил даже формального образования, но целиком и всецело посвятил себя науке. Увлечшись изучением новых знаний, он первоначально одалживал научные манускрипты у богатых друзей, при этом по необходимости для проведения исследований изготавливал свои собственные инструменты и приборы.

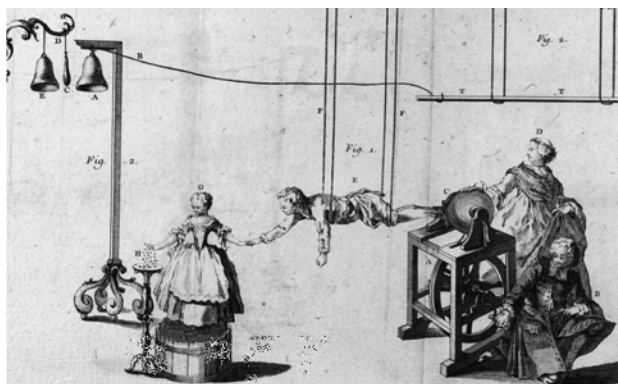
Благодаря работам С. Грея, проведенным при непосредственном участии Грэнвилла Уилера (1701–1770), эксперименты по передаче электричества на расстояние вышли за пределы конкретного помещения, в котором они проводились. Источниками «электрической силы» у С. Грея служили стеклянные трубки или палочки, концы которых были толще, чем в средней их части. Экспериментатор в 1729 г. заметил, что одни вещества проводят электричество, а другие — нет. Также Стивен Грей сделал еще одно очень важное открытие, значение которого было понято гораздо позже. Все знали, что если прикоснуться изолированным металлическим цилиндром к наэлектризованной стеклянной палочке, то на него также перейдет электричество. Однако оказалось, что можно наэлектризовать цилиндр не только касаясь стеклянной палочки,

<sup>2</sup> URL: <http://chemistry-chemists.com/>; <http://www.eduspb.com/>.

а приблизив его к ней, и пока цилиндрик будет находиться вблизи наэлектризованной палочки, на нем также обнаруживается электричество.



а



б



в



г

**Рис. 1.3**

*Электростатическая машина Ф. Хауксби (а); эксперимент с летающим мальчиком из книги У. Уотсона «Опыт и наблюдения для объяснения природы и свойств электричества» (1748) (б); Стивен Грей (1666–1736) (в); медаль Копли, отчеканенная в 1731 г. (г)<sup>3</sup>*

8 апреля 1730 г. С. Грей и Г. Уилер провели ставший ныне классическим опыт с электризацией человека (рис. 1.3б). В отчете об эксперименте с «летающим мальчиком», опубликованном в *Philosophical Transactions of the Royal Society*, С. Грей давал следующее пояснение: «...мальчика поддерживали на шелковых шнурах, и статический заряд передавался его ногам, если их растирать стеклянной палочкой или шаром. После чего этот заряд может ощущаться, как покалывание, другим человеком, находящимся в непосредственной близости». В затемненной комнате заряд передавался через прикосновение от человека к человеку в виде видимой искры, что приводило в восторг публику,

<sup>3</sup> URL: <https://vashtehnik.ru/enciklopediya/gazorazryadnaya-lampa.html>; <https://electricalschool.info/history/2571-stiven-grey.html>.

пришедшую посмотреть на это явление. Примечательно, что если непроводящий шелк заменить проводящей латунной проволокой, статический эффект пропадал, поскольку латунь позволяла заряду вытекать из мальчика.

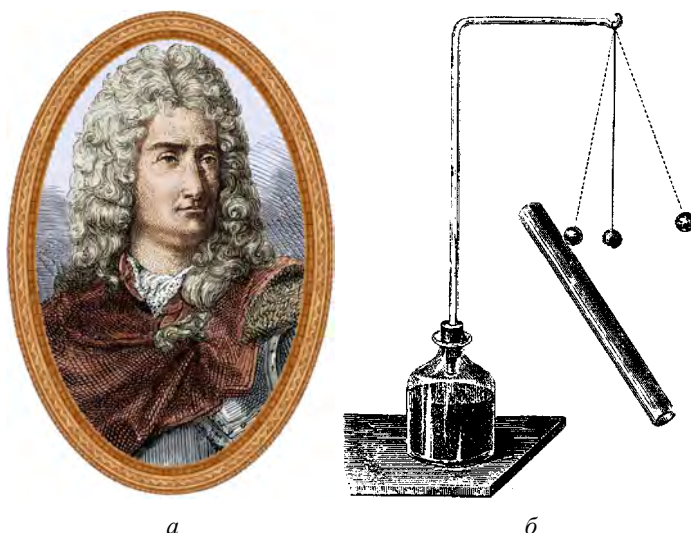
Электрические эксперименты Стивена Грея принесли ему первую и вторую медали Копли в 1731 и 1732 гг., которая сама по себе является самой ранней наградой Королевского общества и старейшей научной премией в мире (рис. 1.3з). Первый обладатель медали Копли С. Грей был назван *«отцом электричества»*, так как его эксперименты в 1720-х и 1730-х гг. были одними из первых электрических демонстраций в Лондонском королевском обществе.

Опубликованные для широкого круга читателей результаты опытов С. Грея вызвали интерес у французского физика Шарля Франсуа Дюфе (1698–1739) (рис. 1.4а), побудив последнего взяться за эксперименты и исследования в области изучения электричества.

Именно Ш. Дюфе в 1730 г. провел опыты с первым электрическим маятником — деревянным шариком, подвешенным на тонкой шелковой нити, — которые показали, что такой шарик притягивается натертой палочкой сургуча (рис. 1.4б). Но лишь стоит его коснуться, как шарик немедленно отталкивается от сургучной палочки, как будто избегает ее. Если затем поднести к шарiku стеклянную трубку, потертую об амальгамированную кожу, то шарик притянется к стеклянной трубке и оттолкнется от сургучной палочки. Это явное различие, наблюдаемое экспериментатором, привело его к парадоксальному открытию, что наэлектризованные тела притягивают ненаэлектризованные и как только последние посредством прикосновения наэлектризуются, то они начинают отталкиваться друг от друга. Полученные результаты позволили установить явление наличия двух противоположных родов электричества: первое обнаруживалось на стекле, драгоценных камнях, волосах, шерсти и т. д., а второе возникало на янтаре, смоле, шелке и т. д. Дальнейшие исследования показали, что все тела электризуются либо как стекло, потертое о кожу, либо как смола, потертая о мех. Ученым был сделан вывод, что имеются два вида электрических зарядов, причем однородные заряды отталкиваются друг от друга, а разнородные притягиваются. Сами силы взаимодействия электрических зарядов, проявляющиеся в притяжении или отталкивании, стали называть электрическими.

Наблюдения позволили Ш. Дюфе высказать гипотезу о двух родах электричества: получаемое при натирании стекла, кварца, шерсти он назвал *«стеклянным»*, а от натирания смолы или янтара — *«смоляным»*. При этом *«тело, наэлектризованное стеклянным электричеством, отталкивает все тела со стеклянным электричеством, и обратно: оно притягивает все тела со смоляным электричеством»*.

Как продолжение выявления новых, доселе неизвестных знаний в области электричества, следует считать исследования по накоплению электрических зарядов. В середине XVIII в. в Лейдене была создана *«лейденская банка»* — прообраз электрического конденсатора. Сделанное практически в одно время открытие этого устройства принадлежит двум ученым-исследователям: голландскому профессору из Лейдена Питеру ван Мушенбруку (1692–1761) (рис. 1.5а) и немецкому священнику Эвальду Георгу фон Клейсту (около 1700–1748).



**Рис. 1.4**

*Шарль Франсуа Дюфе (1698–1739) (а) и его опыт (б)<sup>4</sup>*

Справедливости ради необходимо отметить, что «лейденская банка» была не создана, а открыта: в 1745 г. Э. Г. фон Клейст ввел гвоздь в медицинскую склянку, содержащую немного ртути, и обнаружил, что она может вместить большое количество электричества. Исследователь писал: *«Если я прикасался пальцем к гвоздю, когда он электризовался, то я получал удар, который приводил в содрогание всю руку и плечо»*.

Более глубокие и обширные исследования по изучению «лейденской банки» провел в 1746 г. П. Мушенбрук, который в своих опытах заряжал ее прообраз с помощью серного шара О. фон Герике. Само собранное им устройство, как и у Э. Г. фон Клейста, представляло собой стеклянную банку с остатками ртути на внутренней поверхности. Через пробку в ее внутреннюю полость вставлялся металлический гвоздь, снаружи же банка обертывалась металлической фольгой. При этом гвоздь и фольга служили электродами, а стекло (диэлектрик) накапливало заряд от серного шара электростатической машины О. фон Герике.

Зная, что стекло не проводит электричество, П. Мушенбрук взял в правую руку стеклянную банку, наполненную водой, которая являлась проводником, опустил в нее медную проволоку, висевшую на кондукторе электростатической машины, и попросил своего помощника вращать шар машины (рис. 1.5в). При этом он правильно предположил, что заряды, поступающие с кондуктора, будут накапливаться в стеклянной банке. После того как, по его мнению, в банке накопилось достаточное количество зарядов, он отсоединил левой рукой медную проволоку и при этом ощутил сильный удар, и ему показалось, что «пришел конец». Он писал, что этот *«новый страшный опыт советую самим никак не повторять. Даже ради короны Франции я не соглашусь еще раз подверг-*

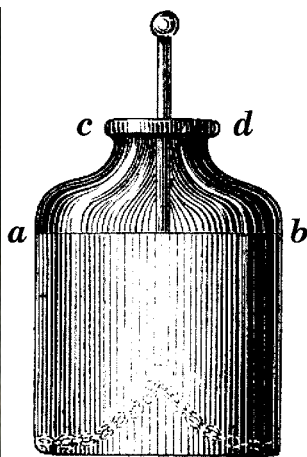
<sup>4</sup> URL: <https://old.bigenc.ru/physics/text/2240573>; [http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/1f42368a-1a53-4a51-b072-0a2e78e82d8c/202\\_opit\\_dufe.htm](http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/1f42368a-1a53-4a51-b072-0a2e78e82d8c/202_opit_dufe.htm).



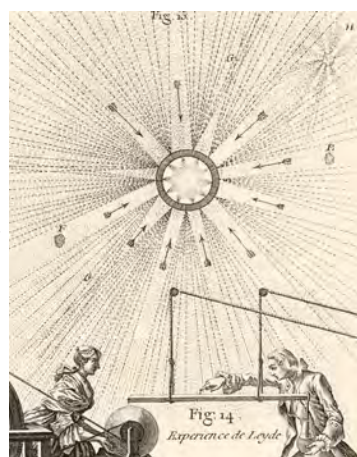
нуться столь ужасному сотрясению». Именно подобным образом была выявлена и обоснована конструкция «лейденской банки» (рис. 1.5б и г), получившая название в честь города, в котором ее открыли, — Лейден.



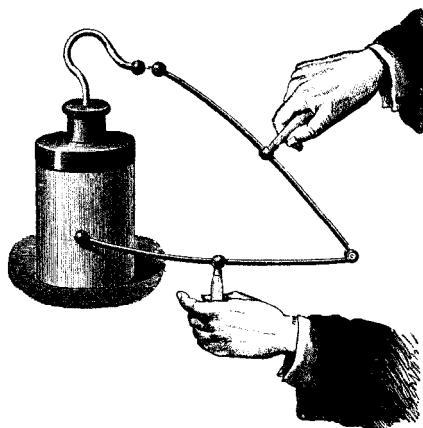
а



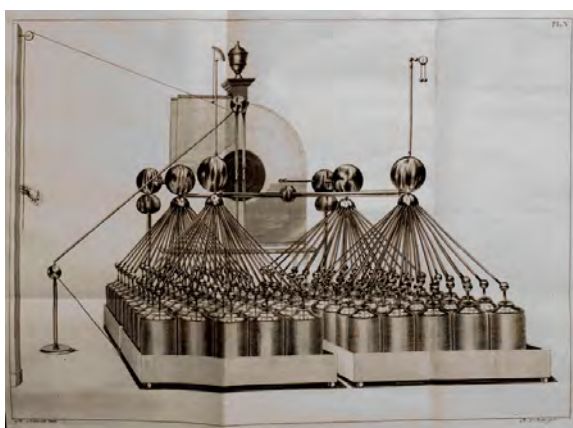
б



в



г



д

**Рис. 1.5**

Питер Ван Мушенбрук (1692–1761) (а); «лейденская банка» (б)  
и опыт с ней (в и г); батарея из «лейденских банок»,  
предложенная Б. Франклином (д)<sup>5</sup>

Опыт с заряженной батареей нескольких «лейденских банок» демонстрировался в присутствии большого скопления народа на площади во Франции. 180 человек — гвардейцев короля — становились в круг, взявшись за руки. Один из гвардейцев притрагивался к фольге «лейденской банки», а последний в получившемся построении притрагивался к металлическому стержню. По всей цепи гвардейцев мгновенно протекал ток, и все люди получали электрический

<sup>5</sup> URL: <https://old.bigenc.ru/physics/text/2240573>; [https://tsput.ru/res/fizika/electro\\_dream/persons/musschenbroek.htm](https://tsput.ru/res/fizika/electro_dream/persons/musschenbroek.htm).

удар, который тут же вызывал реакцию людей — вскрики, прыжки, взмахи рук и т. п. Ученые, заинтересовавшиеся происходящим, регистрировали воздействие электричества на человека, оценивали проводимость человеческого тела, а также фиксировали электрически удар. Как свидетельствуют историки, именно так появился термин «*электрическая цепь*».

При проведении исследований с «*лейденской банкой*» в 1746 г. англичанином Б. Вильсоном было установлено, что количество электричества, собираемого в банке, пропорционально площади обкладок и обратно пропорционально толщине изоляционного слоя. В 70-х гг. XVIII в. металлические пластины стали разделять не стеклом, а воздушным промежутком. Так появился простейший конденсатор.

После изобретения «*лейденской банки*» опыты с электричеством приобрели небывалую популярность и родилось предположение, что электрические разряды обладают врачебными свойствами. На волне этого заблуждения Мэри Шелли (1797–1851) написала роман «*Франкенштейн, или Современный Прометей*», в котором умершего человека смогли оживить с помощью сильного разряда тока.

Пытаясь зарядить «*лейденскую банку*» от небесного электричества — молнии, в 1753 г. погиб Г. В. Рихман (рис. 1.6а) — товарищ и сподвижник М. В. Ломоносова (рис. 1.6б).

Георг Вильгельм Рихман (1711–1753) получил образование в университетах немецких городов Галле и Йена и после этого вместе с семьей графа Остермана прибыл в Санкт-Петербург в качестве домашнего учителя. 23 июля 1735 г. Г. В. Рихман представил сочинение по предмету физики, приложив просьбу о принятии его под покровительство Академии наук и художеств, куда позднее 13 октября 1735 г. распоряжением президента Академии барона Иоганн Альбрехт фон Корфа (1697–1766) и был зачислен студентом по классу физики. Георг Вильгельм занимался под руководством профессора Георга Вольфганга Крафта (1701–1754) и помогал ему в его исследованиях. Позднее, 15 апреля 1740 г., был определен адъюнктом, а со 2 апреля 1741 г. назначен вторым профессором теоретической и практической физики Академии наук и художеств.

29 мая 1744 г. Г. В. Крафт выбыл из Академии, и Г. В. Рихман занял его место. К физическим опытам — и особенно в области электричества — повышенный интерес проявляла императрица Елизавета Петровна (1709–1761). В марте 1745 г. во дворце была отведена даже особая комната, где Г. В. Рихман должен был демонстрировать электрические эксперименты и где ему не раз приходилось демонстрировать опыты как членам Святейшего Синода, так и послам различных европейских государств.

М. В. Ломоносов и Г. В. Рихман изучали и исследовали электрические атмосферные явления, для чего строили «*грозовые машины*», которые представляли по своей сути конденсатор («*лейденская банка*»), заряжавшийся под воздействием атмосферного электричества. Эксперименты и занятия атмосферным электричеством после получения сведений об исследованиях Б. Франклина получили новый импульс. 3 июля 1752 г. Г. В. Рихман представил на конференции Академии доклад, а о результатах опытов над атмосферным электриче-

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)