

разработена теорията на грешките. В основата на тази теория са заленали трудовете на Лаплас, Лежандър и най-вече на Гаус.

## Развитие на техниката и технологията

**Топлоенергетични машини. Ускорителният гласък на парната машина. Поява на двигателите с вътрешно горене. Транспортна техника**

По-напред бяха разгледани помпите на Севери и Нюкомен използвани парна енергия. Но сериозно разпространение парната енергия получава след появата на парната машина на Джеймс Уат. Той е роден 1736 г. в гр. Гренокъл, Шотландия. Започва работа в техническа работилница в която се произвеждали и ремонтирали различни уреди. Това му дава възможност отгоро и отблизо да се запознае с техниката. Той проявява вкус и към изследователската работа. Изследвал свойствата на водата и водната пара.

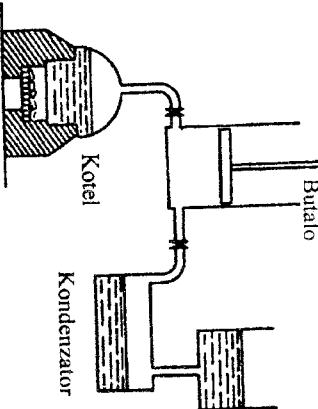
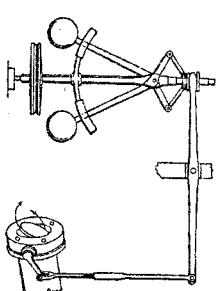


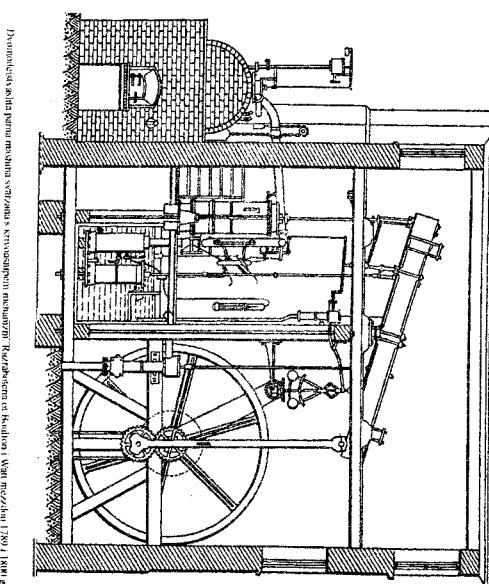
Fig.

Тъй като особено голяма е била необходимостта от разработване на двигател за задвижване на помпите за водоотлива на рудниците, усилията на Уат са насочени именно тук. Той внимателно изучил машината на *Машина с отделен кондензатор*. Нокомен на образец, попаднал в работилницата за ремонт. Схванал нейния основен недостатък: поради въръскването на вода за кондензиране на парата, цилиндрът на машината периодически се охлажда, а при постъпване на новата пара той трява да се загрява. Непроизводително се изразходвало много топлина, а значи и гориво. Уат отстранил този недостатък, като отцепил кондензатора на парата от цилиндра на машината. Разходът на гориво за получаване на една конска сила/час намалял четири пъти - от 16 kg/k.c./ч на

4 kg/k.c./ч. Гази парна машина е само подобрен вариант на машината на Нюкомен. Но Уат не спира до тук. Той поставя около



Centrifugales regelat. Tysk g.



Демонстрация на парна машина с кондензатор. Господин и Уат (около 1780 г.)

Стационарна универсална парна машина

Много бързо тази машина изместила машините на Нюкомен. Така например на Корнуолския оловен рудник през 1778 г. работели 70 машини на Нюкомен. През 1790, с изключение на една, всички били заменени с машината на Уат.

Уат създада редица конструкции на парни машини, в това число и универсалната парна машина, обединяваща машината с възвратно-постъпълтелно движение, с механизъм за преобразуването на това движение във въртеливо. За да задвижа надеждно работни машини буталото трябвало извършва работни движе-ния в двете посоки. За целта парата трябвало да се подава от двете

цилиндра парна риза, ко-  
јто се запълва-  
ла с пара от  
котела по вре-  
ме на работа на  
машината. Из-  
работка по-  
точно буталото  
и цилиндра,  
заштото при  
първите моде-  
ли парата със-  
систе изти-  
чала между  
тях. Този тип  
парна машина  
се оказа-  
ла удържана. Четири  
години след  
разработването  
й, през 1769,  
Уат получил  
патент за свое-  
то изобретение.

му страни. Това изисквало изобретяването на пароразпределител и уплътняването на отвора за пръта между буталото и кришата. Уят разрешил тези проблеми. Той получава (1781) патент за машината с двойно действие, а човечеството универсален двигател с възможност за многостранно приложение.

Новият двигател има сериозни предимства пред използванието вътърни и водни двигатели. Основното е, че не е свързан и не зависи от природните и метеорологичните условия. Това означава, че може да се използва там където е необходим и да се включва когато трябва. Друго негово предимство е, че може да бъде проектиран с желана от потребителя мощност. Появата на парната машина нарушила равновесието в техническия комплекс. Нейните граници на влияние са широки. С качествата си на универсален двигател, тя бързо се налага. Областита на използването ѝ непрекъснато се разширява. Големи залъги поставят от развиващата се текстилна промишленост. Двигатели трябват за задвижване на струговете, лъскорезници, мелници, самокови, тъкачни станове, багери и т.н.

Самата парна машина поставя проблеми за решаване. Това е сложна система преобразуваща топлинната енергия в механична. Тя се състои от пространство за изгаряне на горивото (огнище), котел за изпарение на водата, система за подаване (изпускане) на парата в (от) цилиндръ, коляно-мотовилков механизъм за преобразуване на постъпителното движение във въртеливо, кондензатор на оработената паря. Всяка една от тези съставки поставя проблеми за разрешаване, за усъвършенстване. При осъществяване без товар оборотите на машината бързо нараствали. Нараствало и динамичното натоварване и машините бързо се разбивали. За да отстрани този недостатък Уят изобретява центробежни регулатор, съществена крачка в развитието на автоматизацията. Парните котли поставят проблема за автоматична защита при нарастване налягането на парата. (Този въпрос е бил вече решен от Дени Папен 1670 г.). Поставя се въпросът (към 1820 г.) за повишаване към на цялата система. Конструкторите се замислят, че налягането на парата, площа на буталото, дължината на неговия ход, имат значение за ефективността на парната машина. Уят разработил (1796 г.) индикатор на налягането.

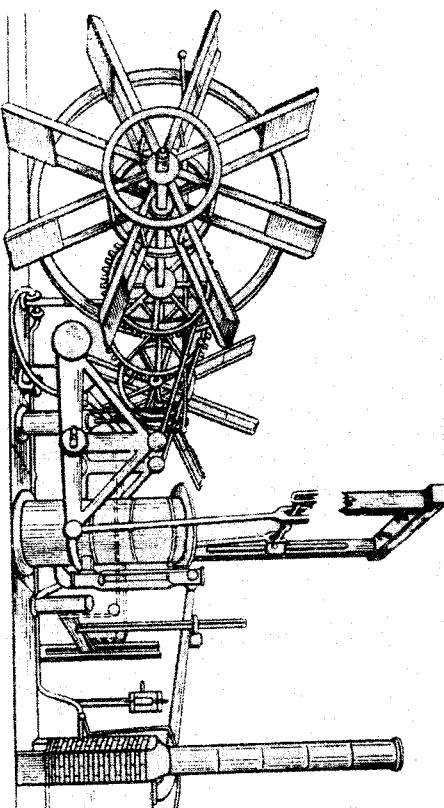
Много други изобретатели и конструктори дават своя принос за усъвършенствуването на парната машина. (В това отношение има и български принос - Никола Ташкович получава патент за буталните пръстени във Франция през 1850 г.).

До изобретяването на парната машина не съществува термодинамиката, все още точността на обработка на механичните детайли е ниска, разнообразието и точността на металургичните технологии и термичната обработка на металните детайли са на ниско ниво, науката за триенето и смазването също. Първата публикация върху изследване на триенето, чито автор е Hirn, се появява 1854 г. Липсата на солидна теоретична база забавя усъвършенствуването на буталната парна машина. Тази еволюция започва от изобретяването ѝ и в основни линии завършва някъде около 1910 г. За този период разходът на въглища намалява от 4 kg/k.c./ч. на 1 kg/k.c./ч. А най-усъвършенстваните досега разход 0,6 kg/k.c./ч. През това време е създадено голямо разнообразие от парни машини (пароразпределители, коляномотивници, механизми, маховици, котли, кондензатори и т.н.).

Повишаването на икономичността на парната машина направи възможно приложението и на места, където това не беше възможно преди това, поради икономически и технически причини.

С разработването на удобен универсален двигател, възникнал и стремеж за използването му в сухопътния и водния транспорт. Някои автори [15, с.328] считат за изобретател на парахода Джон Финч. Успех в разработването на самоходен кораб постигнал американец Роберт Фултон през 1807 г. Той е роден през 1765 г. в гр. Литъл Бритън, шата Пенсилвания в небогато семейство. Не получава високо образование, но много сериозно се заема със своято самообразование. Работил е като помощики-мастор златар. Занимавал се с живопис. Известно време е живял в Англия, където се занимавал със строителство на хидро-технически съоръжения, както и с решаването на други технически задачи. Живял е също във Франция, в Париж. Тук той построи подводната "Наутилус" и плаващия съд задвижван с паря. Опива се да заинтересова Наполеон с разработките си, но не успява. Истински успех постига когато се връща в Америка. Построява параход за движван от парна машина с

мощност 20 к. с., посредством гребни колела. През август 1807 г. този параход извърши първия си рейс от Ню Йорк до Олбани с дължина около 280 км. Фултон построил още 15 кораба.



*Пароходът на Фултон*

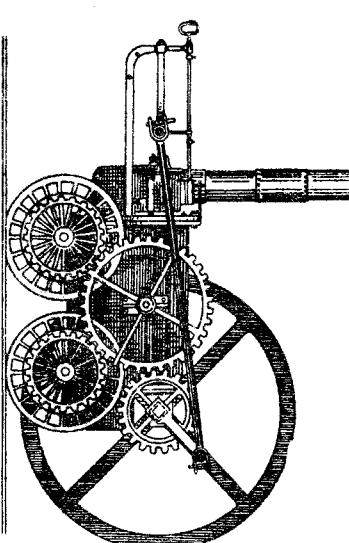
В 1818 г. първият параход ("Саванна") пресича Атлантическия океан за 26 дни, от които 6 дни плтува само с платна.

По-нататъшното развитие на корабостроенето - както на речното така и на морското - се развило достатъчно бързо. За това съдействуvalи също прехода от дървени към стоманени конструкции на корабите, бързият ръст на мощността на парни те машини, въвеждането на гребния винт (от англичанина Смит, към 1836 г.) и редица други фактори.

Първите колесни транспортни средства задвижвани с парни машини са създадени за нуждите на въглищните мини в Северна Англия през периода 1813-1820 г. [101, с.136] от Джордж Степфансон. Мощността на машините е малка и били необходими години за нейното усъвършенстване.

Първата ж.п. линия за обществен транспорт Стоктон - Дарлингтон е открита през 1825 г. Идеята била тя да се обслужва от конна тяга, но Степфансон, един от конструкторите на минни локомотиви, доказал, че с паровоз ще могат да се превозят по-тежки товари. Успехът на тази ж.п. линия способства построяването на линията Манчестер - Ливърпул. Тя била открита 1830

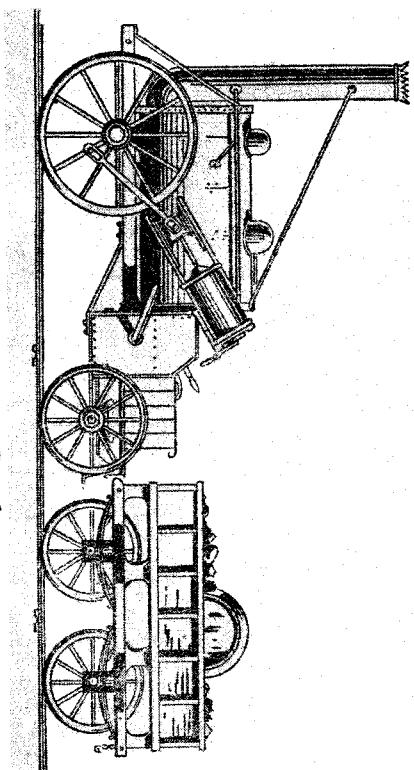
г. Въпреки жестоката съпротива на земевладелците, каруциарите, файтонджите, лодкарите и консервативно настроените хора, считали бълвашите лим и пара локомотиви за "изчадие адово". Разработвани са много действуващи молели на локомотиви, напр. на Треветик. Но измежду всички се откроява създаденият от талантливия английски изобретател Джордж Степфансон и сина му Роберт, през 1829 г. парен локомотив "Ракета". "Ракета" не е първият разработен от Степфансон локомотив, но той предвзхожда другите по много показатели и е бил признат за най-добрия локомотив на специалната изложба в Рейхиъл. Проблемите които конструкторите трябвало да решат са предаването на движението от парната машина на водещите колела, голямото натоварване на релсите от водещите колела. Треветик решава първия проблем чрез зъбна предавка, а Степфансон поставя крикошина на едно от водещите колела. От водещото колело той задвижва и пароразпределителния механизъм. За намаляване на натоварването върху релсите се поставят много водещи колела. Изобретен е механизъм за съвместно задвижване на водещите колела.



*Линкълн. Схема на първия парен локомотив,строен от Треветик, 1803 г.*

Степфансон е роден в работническо семейство. Работил е като въллокопач във вълнищния басейн на Нюкаслъ. Там са работили неговия баща и лядо. Той не е имал възможност да получи солидно образование. От мајък започва да се самообразова. Изучава физика, механика и други науки. Занимава се с изобретателска дейност. Благодарение на техническите му знания и способности той бил назначен на длъжност механик. През 1823 г. е назначен за главен инженер на първата железница. Това му дало възможност за конст-

рукторска и изобретателска дейност. Същата година организира и първия локомотивостроителен завод в Нюкасл.



*Локомотивът на Стефансон*

В продължение на около сто години ж.п. превозите се осъществяват с парни локомотиви. Влаковете достигат скорост до 160 км/ч.

Парната машина позволяла да се концентрира производството в градовете. Голяма, с параходът, парничната система на производство и организация, са основните белези на Първата индустриална революция. Тези предизвикателства отнесително нараснат на значението на промишлеността спрямо селското стопанство, както и икономически, социални и културни промени.

През този период парната машина става основен двигател, както в промишлеността, така и в транспорта. В началото на 19 век индустриалите не обръщат особено внимание на икономичността на парната машина, но с разрастването на предприятията, с увеличаването на броя на парните машини в едно предприятие, с увеличаването на мощността на отделната парна машина, този проблем излиза на преден план. Той изисква научно решение.

Към средата на разглежданния период термодинамиката е вече добре оформена наука. Известни са редица закони за поведението на идеалните газове (законите на Бойл-Мариот, Шарл, Гей-Люсак). С. Карно публикувал труда си „Размисления върху

движещата сила на огъня и върху машините способни да развиват тази сила”, в който е разгледал въпроса за преобразуването на топлината енергия в механична. Той построява известните цикли на Карно и стига до извода, че полезна работа може да се получи само при прехода на топлината от по-топло към по-студено тяло. Така Карно е установил закономерностите в работата на топлинните машини, станали основа на термодинамиката (1824 г.). Той формулира теорема доказваща, че количеството работа, зависи само от температурната разлика между двата тела и не зависи от вида на веществото използвано в машината.

Тази теорема подсказва две идеи, две направления за научни изследвания. Първото – свързано с температурната разлика на двата тела – подсказва използването на прегрятата пара. В тази насока започват работа много изследователи. Основна роля

изиграват френските учени. Начело на френската школа топлотехники стоил Жан Батист Жозеф Фурие, учител и преподавал в Политехниката. Във Франция е създаден Комитет за парни машини. По негова инициатива към Министерството за обществени работи е организирана, с държавни средства, една от първите научно-изследователски лаборатории под ръководството на физика Виктор Рено (1811-1878). Успехи постига известният собственик на тъкачна фабрика инженер Густав Хирн (1815-1890).

Той разработва проблема не само в теоретичен план, но предлага конкретни технически решения – конструира паропренагревател, който повишава температурата на парата. През 1862 г. започва производството на парни машини с прегрят па. Учените на Хирн, Шверер, успяват да създадат конструкцията на паропренагревателя. Прегрятата пара поставя проблеми. Необходими са масла, запазващи смазочните качества при високи температури, необходимо е по-добро упълтняване на буталата и салнищата, за да се отстрани непроизводителното изграждане на па. Постепенно тези проблеми са решени. Но температурата на парата не може да се увеличава до безкрайност, тъй като това се ограничава от намаляване якостта на металните детайли.

Второто направление за научни изследвания и техническо творчество, произтичащо от теоремата на Карно, е, че не само парата може да се използва, като работно вещество в топлинни-

те машини. Сам Карно препоръчва да се състява въздух в цилиндри и да се вкарва в определен момент доза гориво, след това да се даде на газа възможност да се разшири и накрая да се изпусне в атмосферата. Така той посочва идеи за разработване на нови топлинни двигатели. Това е недостигащото за появата на двигатели с вътрешно горене (ДВГ), защото редица негови конструктивни елементи – цилиндр с бутало и коляномотовилковия механизъм вече съществуват. Тези идеи се оказват плодотворни и в продължение на първата половина на Мидиалия век са правени много (повече или по-малко успешни) опити за конструиране на двигатели с вътрешно горене (ДВГ).

Един от първите решил този проблем е френският механик Етиен Ленуар, който през 1860 (1857) г., построил единцилиндров двигател работещ на светилен газ.

По-нататък шафетата се поема от немският изобретател Николаус Август Отго (1832-1891). Той се занимавал с търговия. През 1867 г., заедно с немския инженер Ланген конструират ДВГ. Усъвършенствуват го, като използват идеята на француза Бодо Рош за четири тактов цикъл на работа. Така се появява (1876 г.) по-съвършен двигател.

През 1892 г. инж. Рудолф Дизел (Diesel) патентова идеята си за създаване на ДВГ работещ по цикъл близък до идеалния цикъл на Карно, негова студентска мечта. В този двигател висока температура се получава за сметка на голямата компресия на засмуквання въздух. От тази температура горивото трябвало да се самозапали. На следващата година той пуснал брошура „Техния и конструкция на рационален топлинен двигател“. Предлагал идеята си на фирми, но срещал отказ. Фирмата Крупп се съгласила да поеме разходите. При експериментирането Дизел бил принуден да се откаже от предвидената компресия до 90 атм, поради голимата загуба на енергия при стъпяването. Отказва се и от въглищен прах като гориво. Но при първия опит да върскат бензин двигателят се взривил и по чудо не отнесъл изобретателя и помошниците му. Минал на керосин. В 1896 г. двигател заработил нормално, с кпд 36% - високо постижение. Работел със скъпоструващо гориво - керосин и имал някои конструктивни недостатъци. След усъвършенствувания през 1898-99

г., двигателят започнал да работи надеждно, при това на евтино гориво - нафта.

Двигателят на Дизел, в началото, не е подхожда за автомобили, но е подходящ за кораби и подводници. Немските власти не искат да се дава възможност и други държави да го ползват. Р. Дизел има интерес да го продава. През 1913 г., с такава цел, той тръгва с кораб за Англия за да се срещне с Уинстън Чърчил, тогава Първи лорд на британското адмиралтейство. На 29(30).09.1913 г. каютата му е намерена празна, а няколко дена по-късно трупът му е извален от морето. Не става ясно дали е нещастен случай, или епизод от историята на тайните служби.

ДВГ изигра голяма роля в развитието, както на техниката, така и на човешката цивилизация въобще. Сравнен с парната машина, Той има съществени предимства - по-висок к.п.д., по-голяма компактност и по-малка маса на единица мощност. При него липсват възлите за: изпарение на водата, изгаряне на горивото, кондензация на парата и др. Това го прави много по-удобен, особено за монтаж на транспортни средства. По отношение на тяговите си качества той отстъпва на парната машина.

ДВГ постави много нови проблеми за решаване от техниката, технологията и техникоизданието: специални износостойчиви и термоустойчиви материали, прецизни помпи за създаване на високо налягане за впръскване на горивото, устройства за дозиране на горивото (карбуратори), системи за запалване на горивото (за подаване на искра), системи за стартиране на двигателя, изследване и усъвършенстване на колянно-мотовилковия механизъм, смазването, организацията на горивния процес, качествата на горивата, легендарната устойчивост на бензина и др. С решаването на тези проблеми се ангажират много технически творци. Създаден е карбуратора тип Solex, който става образец на всички съвременни карбуратори. (Има над 24,000 регистрирани изобретения само в областа на карбураторите). Увеличаването мощността на единцилиндровите двигатели води до големи динамични натоварвания от инерционните сили и трудности при запазването. Проблемът е решен със преминаването към дву- и многодиленцови двигатели. За да се намали дължината на макарите, изместват са конструирани

V-образните и (за самолетите) звездообразните двигатели. Детонационната устойчивост на бензина е решена чрез прибавки на тетрастил олово и др. Решаването на тези проблеми предвижи значително напред техниката, технологията и техникоизнанието. Появиха се преносимите инструменти и машини от типа на моторни резачки, помпи, компресори и т.н. Той стана предпоставка за развитие на автомобилостроенето, самолетостроенето, селскостопанското машиностроение, нефтохимическата промишленост. Нуждата от петрол стана причина за военни конфликти.

**Характерен и съществен момент в развитието на техниката на XIX в. е "транспортната революция", благодарение на създаването и разрастването на железопътния и параходния транспорт и най-вече на създаването на автомобила.**

Идеята да се заменят животните теглещи транспортните средства с механичен двигател възниква с появата на парната машина. Пръв я реализира (1769 г.) френският артилерийски инженер Никола-Жозеф Кюно. Но принципът на действие на парната машина и свързаните с него конструкция и обслужване, не спомогават развитието на автомобилостроенето. Именно двигателят с вътрешно горене, с компактната си конструкция и лекото си обслужване по време на работа, се оказа подходящ за целта. През следващия период автомобилът, ще стане основа за развитие на една от най-мощните индустрии – автомобилостроителната.

Различните видове електродвигатели, електрогенератори и двигатели с вътрешно горене не са единствените енергетични машини изобретени през 19-то столетие. Към края на това столетие, в периода 1884-89 г. двама изследователи – шведът Лавал и англичанинът Парсонс – разработват (независимо един от друг) промишлено приложими парни турбини. Идеята залегнала в това изобретение се състои в последователно преобразуване на потенциалната енергия на пара, посредством диози, в кинетична енергия на парен поток и чрез взъействието на потока върху лопатките на турбина в кинетична енергия на твърдо тяло. Така е преоткрита една стара техническа идея, използвана преди повече от 2000 г. Тя, по-нататък, ще се доразвие в газовата турбина, при която вместо вода пар се използва газ.

Усъвършенстването на водните колела (турбини) продължава и след изобретяването на парната машина. В първата четвърт на 19 в. Ж. Понселе представя пред Френската академия на науките труда си "Мемоар за подобряване теорията и конструкцията на водните колела", който получава и премията на академията. До тогава механичите изработват колелата с плоски лопатки. Понселе предлага огънати. Така повишава к.п.д. на този двигател. По-нататъшни полобрежия внася английският инженер Уйлям Фъйрберн.

### Развитие на електротехниката. Качествено нови средства за предаване на информация

Първите сведения за загадъчното свойство на кехлибара да привлече леки предмети при натъркване се губят в дълбоката древност. Явлението е описано от няколко стари автори, най-известен от които е Талес от Милет. Самата дума електричество се появява на границата между XVI и XVII в., когато английският естествоизпитател и лекар Уйлям Гилберт (Жилберт) издал забележителния си труд "Electriques" (1600 г.). Това е един от пръвите научни трактати написани въз основа на опита. До тогава са смятали, че електрическите сили са присъщи само на кехлибара и на една от разновидностите на турмалина, а магнитните само на желязото. Гилберт доказва експериментално, че при триене се получава електризация на много вещества – стъкло, смоли, минерали и др., а Земята е един огромен магнит, макар че не се състои само от желязо. Връзката между електрическите и магнитните явления по това време е непозната, считани са за независими. Те са толкова различни по своите външни прояви, че на човечеството е било необходимо много време, значителни усилия и прозрения на едни от най-добрите умове, за да про никне в тяхната същност и да се открие основа което ги свързва.

Електрическите явления заинтересуват и американският общественик и учен Вениамин (Бенджамин) Франклин. Той е роден през 1706 г. в Бостон. Освен като учен той е известен и като борец за освобождение на Америка от колониална зависимост. С научна задача да се занимава случайно и то когато бил на 41

години. Тогава имало обичай да се изнасят популярни лекции с демонстрация на любопитни физически явления, като привличане или отблъскване на наелектризирани тела, прескачане на електрическа искра, неприятните усещания при разряд през човека и др. Франклин присъствал на една такава лекция и се уважял по опити с електрическите явления. Той работил в това направление само седем години и е оставил трайни следи във физиката. Създава своя теория за обяснение на електрическите явления, доказва електрическата същност на светкавиците (на газовия разряд). Това негово откритие дава идеята за гръмоговорите.

Интересен е въпросът как без специална подготовка, за къс период от време и далеч от центрите на световната наука, Франклин постига големи успехи? Как е постигнал успехи които професионалните учени по онова време не могли да постигнат? Това можем да си обясним с интелекта притежаван от глемия учен и с това, че той не е бил обременен с предварителна подготовка по въпроса.

През XVII и XVIII в. електрическите явления занимават много учени, но истински бум в изучаването на електрическите явления настъпва през разглеждання XIX в. Още в самото начало на столетието - декември 1801 г. Алесандро Волта (1745-1827) за първи път демонстрира на тържествено заседание на Френския институт изобретения от него източник на електрически ток. Създаването на източник на електрохранване интензифицира изследванията в областта на електричеството и резултатите не закъсняват.

Двама любители в естествознанието - литераторът У. Никълсън (1753-1815) и неговият приятел лекарят А. Карлайл, забелязват, че при пропитане на електрически ток в електролит се отделят мехурчета. Химичното действие на електрически ток предизвика сензация и много учени насочват изследователските си интереси в тази област. По-късно се установява, че на електролита се отделят съставки на електролита. Така е открита електролизата (1800). Съществени приноси има Фарадей, който установява (1836 г.), че количеството вещество, отделено на елект-

рола е пропорционално на заряда протекъл през електролита. Съвременният математически израз на този закон е

$$m = K \cdot q = K \int_0^t i \cdot dt$$

където  $m$  е масата на отделеното вещество;  $K$  - коефициент, зависещ от естеството на веществото. Това е Първият закон на Фарадей. Той формулира също от какво зависи  $K$ , наречен днес електрохимичен еквивалент. Законите на Фарадей изиграват голяма роля в установяването на дискретната природа на електричеството.

С дадените открития се поставят основите на електрохимията, ставаща по-нататък теоретичен фундамент на различни технологични процеси - производството на акумулятори и батерии, електрометалургия (извлечането на метали от разтворени руди, рафинирането на метали), галванопластика - за възпроизвеждане формите на предмети (още през 1837 г. Б.С. Якоби използва електролизата за производство на релефни модели), галванистията - нанасянето, чрез електролиза, върху повърхността на метални изделия на тънък слой от друг метал с декоративни (позлатяване, посребряване) или антикорозионни (никелиране, хромиране, кадмиране) цели, електролитна полировка на метални изделия и т.н.

Много по-късно електролизата ще намери приложение за получаване на тежка вода, за производство на електролитни кондензатори [64, с.304] и др.

На 21 юли 1820 г. датският физик Ханс Кристиян Оerстед публикува откритието си, че между проводник по който тече ток и магнитна стрелка съществува взаимодействие. Той дава нетривиално тълкуване на откритото явление. Но историческа негова заслуга е, че опитите му дадоха тласък за изследвания, родили велики открития. Опитите му са незабавно повторени от учени в Германия, Франция и Швейцария. На 18 септември същата година професорът от Парижката политехника Андре Марки Ампер (1775-1836) докладва в Академия на науките откритото от него ново явление - взаимодействие на два проводника по които тече ток. По-нататък в трудове си Ампер дава и количест-

вен израз на това взаимодействие със наречения по-късно на негово име закон. Съвременния запис на закона е [64, с.156]

$$d\vec{f} = k \cdot i \cdot \vec{B} \times d\vec{l} = k \cdot i \cdot B \cdot l \cdot \sin \alpha$$

където  $k$  е коефициент на пропорционалност;  $i$  - сила на тока;  $B$  - магнитната индукция в местото, където се помещава отрязъкът от проводника  $d\vec{l}$ ;  $\alpha$  - ъгълът между векторите  $d\vec{l}$  и  $\vec{B}$ .

По същото време когато Ампер изучава взаимодействието между проводници по които протича ток, френските физици Ж. Б. Био (1774-1862) и Ф. Савар (1791-1841) изучават магнитното поле създавано от проводник по който тече ток. Те установяват, че магнитната индукция  $B$  в дадена точка около проводника е пропорционална на тока  $i$  през проводника и зависи от разстоянието  $R$  между точката и проводника. Лаплас проанализирал получените от Био и Савар експериментални данни и получил формулата  $d\vec{B} = k \frac{i \cdot d\vec{l} \times \vec{R}}{R^3}$ , където  $d\vec{l}$  е елементарният участък от проводника по който тече тока. Така са поставени основите на електромагнетизма.

В 1821 г. немският лекар Томас Йохан Зебек открива едно от проявленията на термоелектрическия ефект, а именно, че когато местата на свързване на два разнородни проводника са поставени при различни температури, то по тях протича ток. Този ефект, по-късно, ще намери приложение при измерване на температура. На негова основа се разработват термодвойките (термоелектрическите преобразователи).

Количествената връзка между електровъзбуджащата сила (напрежението), интензитета на галваничния ток и съпротивлението на проводника си поставя да изясни Георг Симон Ом (1787-1854). Той е скромен учител в гр. Кьолн. Опитите му се натъкват на сериозни трудности, основната от които е лисгага на стабилизиран източник на напрежение. Въпреки това завършват с успех и той публикува през 1826-27 г. резултатите от своите изследвания в които дава и закона, който носи днес неговото име

$$U = R \cdot I$$

където с  $U$  е означено напрежението, с  $I$  токът протичащ през веригата, а с  $R$  съпротивлението на веригата.

Научавайки, че токът въздейства на магнитната стрелка Фарадей решава, че и магнита би следвало да въздейства на тока. Експериментира. На жлезен пръстен намотава две многовиткови намотки. Едната свързва с галванометър, а другата с батерия. При всяко свързване и прекъсване на захранването, стрелката на галванометъра в първата верига се отклонява. Така, в 1831 г., Фарадей открива явлението електромагнитна индукция - откритие с голямо практическо значение. То дава възможност за преобразуване на механичната енергия в електрическа. Още тогава той прави опити за създаване на електрогенератор. Много изследователи и изобретатели работят над създаването на електродвигател.

М. Фарадей е интересно явление в науката. Научните му приноси са много големи. Те стават още по-вече голяви, когато се знае, че е без специално образование. Той е роден 1791 г. в Лондон, в семейството на ковач. На 14 години приключва с образоването си и е даден чирак в подвързваческа работилница. Тук Фарадей се зачитал в книгите, които подвързва. Интересът му към науката е голям. Той започва да посещава публични лекции. Така се самообразова. Посещава и лекциите на известния тогава физик и химик Деви. Харесват му. Обръща се с писмо към Деви, в което го моли да бъде приет на работа в Кралицкия институт. Така на 22 години, той е приет като лаборант. Работи с Деви. Придружавайки го има възможност да се запознае с изследователски лаборатории във Франция и Италия. В изследователската работа проявява блестящи способности. Получава възможност да провежда самостоятелни изследвания. Научните му успехи са признати и без да има университетско образование, на 33 година възраст (1824 г.) е приет за член на Лондонското кралско общество.

През 1843 г. Ч. Уитстън (Wheatstone) на основата на закона на Ом създава мост за измерване на съпротивления. Две години по-късно (1845) Г. Кирхоф (1824-88) извежда два закона за разклонени вериги, носещи днес неговото име. Първият закон гла-

си, че алгебричната сума на токовете влизали и излизали в един възел на токова верига е равна на nulla:

$$\sum_{i=1}^n I_i = 0$$

Вторият закон дава зависимостта между спадовете и приложението напрежения в един затворен контур на електрическа верига

$$\sum_{i=1}^n I_i R_i = \sum_{j=1}^m E_j,$$

където с  $I_i$  е описан токът в  $i$ -тия резистор  $R_i$ , а с  $E_j$  - напрежението на  $j$ -тия источник.

Кирхоф въвежда в науката понятията електрически потенциал и абсолютно черно тяло. Мимоходом трябва да се отбележи, че той, заедно с Бунзен полагат основите на спектралния анализ.

Открива цезия и рубидия. Формулира закона на Кирхоф при топлинното излъчване.

По-нататък следват редина открития като зависимостта на съпротивлението на проводник от деформацията му (1881 г.) - тензорезистивен ефект - от руския учен Хвольсон, правия и обр. станали основа на различни измервателни и други видове уреди.

Към средата на миналото столетие теоретичните основи на електротехниката са вече поставени. Усилено се работи и върху практическото приложение на електромагнитните явления. Както знаем, усилията и в това направление се увенчават с успех, но тук в развитието на техниката се забелязва качествено нов момент. Докато изобретениета на нови машини, механизми, технически съоръжения и др. преди това са правени най-често от самоуки техники, от хора без задълбочена теоретична подготовка, то изобретенията в областта на електротехниката се правят от специалисти със солидни теоретични знания. Очертават се две направления за използване на електромагнитните явления: за предаване на информация и за енергопреобразуване.

Свойството на електрическия ток да се предава по проводници подсказало идеята той да се използва за пренасяне на информация. Още в началото на столетието учените започнали да търсят начин за техническа реализация на тази идея. През 1809 г. мюнхенският професор Томас фон Зъмеринг реализира телеграф с помошта на електрически ток, който отделя газ при преминаване през подкислена вода. Веднага след откритието на Оерстед, че магнитната стрелка се отклонява при пропълчане на електрически ток през проводник близо до нея, Ампер предложил това явление да се използва за предаване на знаци на разстояние. Много специалисти разработили телеграф на този принцип, но най-добрият апарат от този вид бил на Гьотингенските професори Гаус и Вебер (1833 г.).

Мюнхенският професор Шайнхал подобрил този телеграф, при който информацията се разчитала на очо, като прибавил графит от молив, който записвал отклоненията на стрелката върху хартиена лента за движикана от часовников механизъм. По-нататъни подобрения на телеграфа направил американецът Самюъл Морз.

Морз бил художник. Рисувал портрети и картини с исторически сюжети. Учил в Европа. Предприел пътувания за опознаване на Стария свят. При едно пътуване (1832 г.) се запознал на парахода с бостонския професор Чарлз Т. Джексън, който забавлявал пътниците с опити и обяснения из областа на електромагнетизма. Разказал, и за работата на новите електрически телеграфи, и за широките възможности, които се разкривали пред тях. Още на кораба Морз решил да насочи вниманието си към търсene на опростен метод за предаване на съобщения. Начовечеството му провървяло за да се слобие с телеграф. На Морз отказали уговорена поръчка за стенописи на една от залите на Белия дом. Той, за да се прехранва, давал частни уроци и насочил усилията си към усъвършенствуване на телеграфа. За създаденето на телеграфа има още една шастлива случайност. Насамател на Морз бил професорът от Нюйоркския университет Ленард Гейл. Професорът се увлякъл от работата. Запознал Морз със специалиста Джозеф Хенри, който, пет години преди това, бил построил електромагнитен телеграф. Хенри също се

включил в работата. Помагал им и младия техник Алфред Вейл. Така те създали модернизиран телеграф, най-революционното при кое то било създаденият нов код, морзовите знаци - точки и тирета, комбинации от които съответствуваха на буквите от азбуката и на цифрите от 0 до 9. През 1837 г. всичко е готово за телеграфа, необходими са само средства за изграждане на телеграфните линии. След упорити усилия Морз успял да убеди Конгреса на САЩ да отпусне 30 000 долара за изграждането на телеграфна линия между Вашингтон и Балтимор. Така през 1844 г. заработила първата телеграфна линия. По нея Морз изпраща първата телеграма: "Сътворено от Господа!". Тя оповестява началото на ерата на телекомуникациите. Открива се мотивацион процес, който породи нови технически идеи, съблъсъци на икономически интереси и социални промени.

Доказала своята работоспособност и полезност идеята за предаване на знаци на големи, разстояния посредством техническа система започва бързо да се разпространява и усъвършенства. Тази система постави проблемите за източниците на токо-захранване, по-бръзи апарати за приемане и предаване на знаците и др. В резултат на решаването им са изобретени апаратът на Морз, апаратът на Бейн (предаваш до 428 знака в минута), буквиопишещите (телетипните) апарати на Хюг (1855 г.), на Бодо, на Сименс-Хел, на Крид (до 1000 букви в минута) и др. Усъвършенствувани са източниците на захранване, в резултат на което са изобретени различни видове галванични елементи, както и оловния акумулатор (Планте, 1859 г.).

Телеграфостроенето съдействвало за развитие на електрометрията и създаването на измерителни уреди и поставяло необходимостта от разработването на международна система от електрически измерителни единици. Работата в това отношение била започната през 40-те години и се водила до 1860 г. когато била поставена на научна основа от комитет на Британското дружество за съдействие развитието на науката.

С телеграфията възникнал проблемът за предаване на електрическите сигнали през големи водни пространства (моретата и океаните). Сериозен проблем е изолирането на проводниците. Използваната до тогава копринена, памучна и т.н. изолация не е

подходяща за водна среда. На помощ идва изолацията на основата на гутаперчата и каучука. Първият подводен телеграфен кабел свързва Франция с Англия (Кале - Дувър) през 1851 г. Две години по-късно (1853) Англия се свързва с Ирландия. На дневен ред се поставя задачата за свързване на Европа с Америка. Но тук проблемите са много. Как да се сънаждат отделните части от кабелите. Кабелите се късат при полагане и др. За да се решат тези проблеми Англия назначава през 1861 г. комисия начело с Уйлям Томсън, бъдещия лорд Келвин. Проблемите са решени и през 1865-66 г. се полагат трансатлантическите кабели. Това е едно от най-големите дела на по-минатия век. Информацията от Европа до Америка или обратно вече се предава практически моментално.

Телеграфната връзка е сериозно постижение, но то не носело оази информация, която може да се предаде с живия човешки говор. Изобретателите започнали да търсят начини за пряко предаване на говор на големи разстояния. Учените са разгадали физическата същност на звука. Показвали са, че той представлява механични вълни, с честота в диапазона 20 Hz -20 kHz, разпространяващи се в еластична среда. Тази физическа основа подсказва и техническите идеи. Трябва звуковото налягане да се преобразува в електрически сигнал и обратно. В това направление работи немският учител Филип Райс. Той успява да конструира примитивен телефон през 1861 г. Неговата идея е усъвършенствувана от Александър Бел, който създава въгленовия микрофон (1876 г). През 1880 г. в САЩ се появяват първите телефoni. Започва голямата битка между телеграфната компания „Уестърн Юнион“ и новолатентованото комуникационно средство. „Уестърн Юнион“ прави всичко възможно да унишижи или завладее новата техника. Като не успява, наема Елисон да изобрети алтернатива на телефона на Бел. Тя използва правото си на траке и пречи на Бел да прокарва линиите си покрай щосетата и ж.п. линиите. Използва политическото си влияние в конгреса във Вашингтон и затваря вратите на държавните учреждения за телефоните на Бел. Но всичките тези усилия са напразни. Нуждата на деловия свят от по-добри комуникации ги помита. Ново-то средство се усъвършенства за да предаде гази по-сигурно и

по-качествена информация. Изобретени са различни видове микрофони и слушалки (говорители). Индустрите страни в непролъжителен срок се опасват от мрежи на телеграфните (телексните) и телефонните мрежи – комуникационните мрежи от първо поколение.

Но нещата не спират до тук. Максуел, като изкусен математик, се зает да облече възледите на Фарадей в математическа форма. От 1865 до 1871 г. той работи над „Трактат върху електричеството и магнетизма“. Свояте представи той изразил в уравнения, които станали основа на цялата по-нататъшна наука за електромагнетизма и носят неговото име [109, с.58-60]. Него-вите уравнения не само описвали вече установени явления, но предсказали още неизвестнотоявление – съществуването на електромагнитни вълни. Даровитият математик и умел експериментатор Херц опитно потвърдил (1888) правилността на Максуеловата теория – доказал наличието на електромагнитни вълни. Създадена е научната основа за изобретяване на радиото и радиотелекомуникацията. Резултатът не закъснял. В края на века (1896 г.) и радиото е изобретено. Появява се безжичният метод за предаване на информация. Радиотехниката ще постави по-нататък редица проблеми за решаване от фундаменталните науки и по-конкретно от физиката (напр. проблемът с разпространението на електромагнитните вълни). Ще създаде напрежение в техническия комплекс и ще придвижи техниката напред.

С изобретяването на телеграфа, телефона и радиото е направена голяма крачка в областта на предаването на информация в пространството. Скоростта на предаването нараства многократно. До изобретяването на телеграфа (ако се изключи светлинния телеграф) информацията се предава със скоростта на движение на човека. Телеграфа повиши тази скорост шъпто до скоростта на разпространението на светлината. Той обаче не се превърна в битов уред, защото предаваната информация трябва да се кодира и декодира. Това неудобство беше отстранено с изобретяването на телефона и той навлезе в бита на хората. Радиото отиде още по-нататък – казаното от един човек можеше да бъде чуто от милиони хора едновременно. Тези технически средства наложиха нов ритъм на техническия и културния прогрес.

Информацията, както е известно, се предава посредством информационни носители. В съответствие с човешката природа, най-разпространените начини за представяне на информация са посредством образи и звук. Разгледаните технически средства представлят информацията именно посредством образ – телографа, и посредством звук – телефона. Новото тук е, че имаме качествено различни енергетични носители на информацията – електрическият сигнал при телеграфа и телефона и електромагнитните вълни при радиопредаването. Именно те направиха възможно предаването на информацията на големи разстояния с голяма скорост. Скоростта на разпространение на звука не е за пренебрегване, но мощността на сигнала се разпространява сферообразно и количеството ѝ на единица площ, която ще пристигне до приемача, назавива  $4\pi R^2$ , където  $R$  е разстоянието от предавателя до приемника. При електрическия сигнал мощността му зависи линейно от електрическото съпротивление на канала.

Поставя се въпросът и за създаване на технически средства които да консервират информация във вид на образи и звук. Запазването на информациите във вид на образи е давана известно – писмеността. Но там се работи със символи. Необходимо е да се запазват точни копия на образи и ситуации. В резултат на търсенията в това направление възниква фотографията. Много откриватели и изобретатели имат принос за нейното изобретяването [184]. И това не е случайно. Тя се заражда на границата на две науки – оптиката и химията. Първата формира образа, а втората създава неговия носител и го регистрира и фиксира. Най-сериозни са приносите на французите Ньепс и Дагер. Последният обявява (10.08.1839), на събрание на Френската академия на науките, че е открил метод за фиксиране на фотографски изображения. По-нататък създадените чрез фотографията обра-зи ще бъдат оживени. Появява се немото кино.

Търси се и техника за копиране на звук. Физическа основа на звука подсказва и техническите средства за регистрация. Несъдържимо е налягането на въздуха да се преобразува в механично преместване, което да се запише върху носител и след това по

обратния път да се възпроизведе. С реализацията на тази идея са свързани имената на Томас Юнг (създателя на Теория на еластичността), Вилхелм Вебер, Едуар Леон-Скот. Идеята за механичен запис на звук, чрез следа от острие, свързано с мембрана, върху която влияе звука, е предложена (18.04.1872), в писмена форма, пред Френската академия на науките, от Шарл Кро. Но в академията отварят пакета след 8 месеца (03.12.1877), когато Едисон вече е конструирал (август, 1877) своя фонограф [176].

Отначало записите са върху задвижван ръчно барабан покрит с подходящ материал. Пионерната идея е реализирана, започва усъвършенстването. Ръчното задвижване се замени с пружинен двигател и по-нататък с електрически. Барабанът за запис и възпроизвеждане се заменя с диск (Емили Берлинер, 1887 г.). Изобретяването на микрофона и електронния усилвател дават възможност за подобряване на качеството на записа. Най-прекрасните механични системи регистрират звука само в частотната лента от 150 Hz до 3 kHz, а електрическите – от 30 Hz до 15 kHz.

Учените и конструкторите тръсят други методи за запис и възпроизвеждане на звук. Датският физик Валдемар Паулсен патентова (1899 г.) "Телеграфон" – т.г. Върху барабан, задвижван от електромотор, е навит тънък (0,5-1 mm) стоманен проводник. Над проводника се пъзга специален електромагнит. Звука се възприема от въгленов микрофон и се преобразува в електрически сигнал. Последният минава през електромагнита и в зависимост от стойността му намагничва по-силно или по-слабо стоманения проводник. Възпроизвеждането е в обратен ред. Преминаването на електромагнита над различно намагнетизирани участъци на проводника индуктират е.д.н. с различна стойност в бобината. През бобината на говорителя протича различен ток – различен звук. Датският физик заменя стоманения проводник с тънка стоманена лента, навивана от една макара на друга. По-нататък (след 1932 г.) стоманената лента се заменя с целулоидна, покрита със слой от магнитен материал.

Усилията на изобретателите се насочват към обединяване на техниката за запис и възпроизвеждане на образи с тази за запис и възпроизвеждане на звук. В резултат на решаването на тази

задача в следващото столетие се появява говорещото кино, телевизията.

Успехи трупа и силовата електротехника. Взаимодействието на магнит с проводник по който тече ток е изследвано от много физици. Английският физик П. Барлоу (1776-1862) издава през 1820 г. книгата "Очерк за магнитните привличания". В нея, наред с описите на други физици, авторът описва и собствени опити по получаването на непрекъснато въртене с помошта на магнити и проводници с ток. Той описва знаменитото "колело на Барлоу", първият прототип на електромагнитен двигател, на машина преобразуваща електромагнитната енергия в механична. През 1839 г. Морис Якоби конструира двигател захранван от гальванична батерия. Поради липса на евтини източници на електрозахранване към двигателя не бил проявен особен интерес. Трябвало да се реши въпросът с източника на электроенергия. Този проблем е поставен още с появата на телеграфа, галванопластиката и електролъговата лампа. За да отговорят на нуждите са разработени голям брой електрохимични генератори, като се започне с батерията на Волта и продължавайки с батерите на Даниел, Вунсен (1841 г.), Лекланше (1864 г.), акумулаторът на Гастон Планше (1860 г.) и др. Много физици и инженери, между които Вунсен, Ендионд Бекерел и др., познават ефекта на Зеебек, правят термоелектрически батерии. Найдобър ефект постига (1870 г.) французинът Кламон [37, с.318-319]. Но този източник не е перспективен.

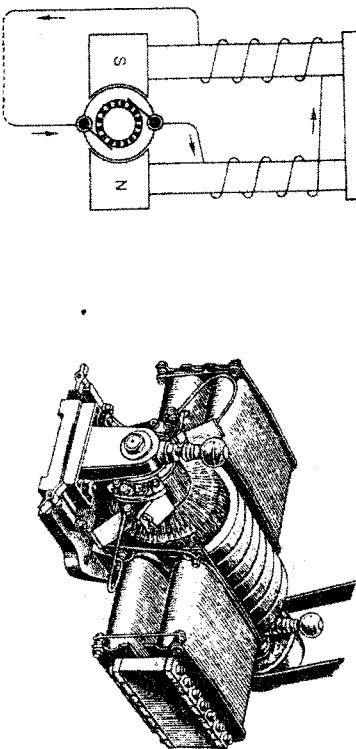
Още с откриването на електромагнитната индукция от Фарadays с започват опити за конструиране на магнито-електрични машини - генератори и двигатели. Първата такава машина се появява през 1833 г. Тя е конструирана от парижанина Иполит Лиекси, под ръководството на Ампер. Използвана е за захранване на електро-льгова лампа за осветление.

Истинското начало на силовата електротехника е свързано с името на Зеноуб Грам (Zenobe Gramme). Той изобретява (1867 г.) постояннотоков генератор (динамо), който съдържа ротор (котва) с колектор и статор.

Роден в Белгия, Грам не се отличавал с особена любов към учене в училище и не получил сериозно образование [37, с.337].

Тридесет години се установява (1855 г.) в Париж. Работи в метална къща и се занимава с изработка на метални детайли на парапети за стълбища, покривани чрез галаванопластика. Така той има отношения към две от приложенията на електричество – то по това време – галванопластика и осветлението. Около него се говори за магнитоелектрическите генератори. Обсъждат се недостатъците им. Това събужда у него интерес и амбиция да избери нов тип постоянниотоков генератор. За това му помагат неговите наблюдателност, сърчност и практичен дух. Счита се, че вероятно е подпомогнат и от физики, добре познаващи електрическите явления.

Започва производството. Първата машина за промишлено използване е произведена през 1872 г. Много скоро Компанията за електро-магнитни машини Грам (Societe de machines magneto-electriques Gramme) представя различни конструкции постояннотокови генератори, всяка предназначена за конкретно използване: галванопластика, осветление чрез електрическа лампа и т.н. На 19 май 1873 г. двама физици демонстрират пред Френската академия, че динамото може да работи и като двигател. Други производители, като Siemens, Brush, Томсън-Хуъстън



*Първите генератори – схема на свързване, реализация*  
(Thomson-Houston) усъвояват производството на електромагнитни машини и предлагат свои конструктивни решения.

От 1879 г. инженери и физици се засмат с теоретичното изследване на електрическите машини. Един от първите изследова-

тели е Луи Бреге, а също англичаните братя Джон и Едуард Холкинсън. Изследват се причините за искреноето на четките, заснемат се и се анализират различни характеристики. Машините се усъвършенствуват.

В началния период на силовата електротехника се изработка едно динамо за един консуматор. Постепенно започват да включват към един генератор повече, но единотипни консуматори, най-често електролъгови лампи. Това са първите електрически мрежи. Свързването на повече консуматори към един източник поставя проблеми за начина на свързване (последователно или паралелно), за неравномерността на наповарването на източника. В началото консуматорите (лампи) се включват последователно. По-нататък лампите с нажежаема жичка изискват константно напрежение. Налага се паралелното свързване. Но възникава въпростът с поддържането на напрежението при промяна на консумацията. Предлагат се различни начини за регулиране. Марсел Депре въвежда комбинирано възбудяване, чрез независима и последователна намотка [37, с.437]. Едисон поставя до генератора човек, който наблюдава волтметър и чрез реостат въздейства върху възбудждането.

Производителите (Едисон и др.) разбират, че за да се намали стойността на осветлението трябва да се увеличи мощността на генераторите. Едисон започва производството на генератори с мощност 93 kW. Те тежат по 17 т., от които 10 т. индуктора, 2,5 т. котвата [37, с.438].

Електроснабдителните мрежи поставят много проблеми: каква да бъде стойността на напрежението, с какви кабели да бъде мрежата, къде да бъдат разположени те, да се разработят кутии за разклонения, предпазители, превключватели, фасунги и т.н.

Задвижването на магнито-електрическите генератори е с парни машини и газови двигатели. През 1875 г. физикът Ниоде пише, че динамата могат да се задвижват с водна енергия и получена електроенергия да се предава на разстояние за задвижване на машини. На тази основа започва строителството на електроцентрали. Счита се, че първата хидроелектроцентрала е построена от французина Астрий Берже (1869), собственик на фабрика за картия [40, с.127]. Мощността на електрогенератор-

рите бързо нараства. Увеличеното търсене на електрическа енергия и естествения стремеж към нейното поетапяване поставили въпроса за съордоточаването на производството ѝ в големи централи и пренасянето ѝ на разстояние. Пренасянето трябвало да стане с минимални загуби. В това направление са насочени и изследванията. Много скоро (1880 г. Делре, Лачинов) установили ( $P=U\cdot I$ ), че за да се намали загубата на енергия в проводниците, тя трябва да се предава при високо напрежение. Но тук възниква въпросът с електризационните материали. Техните свойства към разглеждания момент са слабо изучени.

До 1890 г. се използват изключително постояннотокови консуматори. За повишаване на напрежението на постояннотоковите мрежи са използвани последователно свързани постояннотокови генератори. Променливотоковият генератор е по-лесен за изработване. Известни са генератори на Грам (1878 г.), на Сименс и Хефнер (1878 г.), на Ферарти-Томсън (1882 г.), на Броун (Brown) (1890 г.) и др. Причината в началния момент да не се използват масово е липсата на консуматори. Ще припомним, че променливотоковият двигател не може да се задвижи сам. Освен с по-простата конструкция на електрическите машини, променливотоковите мрежи имат и предимството за лесните повишаване на напрежението посредством трансформатори. С работите на Н. Тесла, Ферари и Доливо-Доброволски започва използването на полифазните (основно трифазните) генератори и електродвигатели. Съществени приноси тук има хърватинът Никола Тесла (1856-1943), работил в САЩ. Той изобретява (1888 г.) въртящото се магнитно поле и на тази основа патентова многофазни електрически машини. Предимствата на променливия ток при пренасянето му на разстояние са безспорни. Поради тази причина той бързо се налага в електромрежите. Н. Тесла работи в компанията "Уестингхаус", която по негово предложение започва използването на променливия ток. Това южната определено превъзходство над нейните конкуренти "Дженерал електрик" и "Едисон", които са вложили сериозни капитали в предприятия работещи на постоянен ток. Тогава чрез машинизация "Дженерал електрик" успява да накара властиите на шата Ню

Йорк да изладат налождане електрическите столове за наказване на престъпниците да се захранват с променлив ток. По този начин искали да внучат на населението, че променливият ток е много по-опасен от постоянния. Разбира се този трик имал само временен успех.

Предимствата наложили променливия ток и един от сътрудниците на "Дженерал електрик" - Чарлз Штаймметц, разработил стройна и завършена теория за променливотоковите електрически вериги. Той въвежда при оразмеряването им компютърните числа. Те се оказват особено подходящи за целта.

Постепенно електроздвижването известна парната машина и двигателя с вътрешно горене. Електродвигателят има сериозни предимства - компактност, много по-безшумен при работа, по-малко вибриращ, с равномерна скорост, няма нужда от зареждане с вода и въглища или точно гориво, няма нужда от съответните резервоари и системи за захранване, не замърсява атмосферата, директно се получава въртеливо или линейно движение (Линейният двигател е патентован много скоро след двигателя с въртеливо движение).

С изобретяването на електрическите генератори, електродвигатели и мрежите за пренасянето на електроенергията, стана възможно ползването на енергията там където е необходима. Парната машина предоставя, за времето си, голяма енергия. С ремъни предавки тази енергия се предава до работните машини около нея. Така се създават системи с централизирано задвижване, със всичките им недостатъци. Електроенергията отстрани тези недостатъци. Даде възможност за децентрализация на задвижването. Електродвигателят намали разпространението на ремъчните предавки и доведе до създаването на голямо разнообразие от съединители. Отстрани нуждата от мащовици за равномерно движение на работните машини. Създаде възможност за развиване на поточното производство. Навлезе в домакинството и предизвика въвеждането на нови технологии. Електротехниката постави проблеми пред науката. Необходимо беше изучаване на свойствата на електротехническите материали. Изникина проприетац на промишлените на електротехнически

материали и електрически уреди и машини. В 20-то столетие се разви мощнa електротехническа промишленост.

Появата на електротехническите уреди и машини - качествено различни технически средства от съществуващите до тогава наруши установеното равновесие в техническия комплекс. Създале гласък за неговото развитие. Постави пред техническите науки проблеми. Трябаше да се търсят нови материали, удовлетворяващи поставените изисквания. Изобретените технически средства трябаше да бъдат анализирани, подобрявани, оптимизирани. Това даде гласък за развитие на електротехническите дисциплини.

Електротурбините са задвижвани от парни машини, водни турбии, двигатели с въглечно горене и (по-късно) от парни и газови турбии. Те също изисквали усъвършенствуване. Като прибавим към казаното до тук предимствата на електрическата енергия - лесно и бързо да се предава на разстояние, лесно да се преобразува в други видове енергия (механична, топлинна) стават ясни причините предизвикали Бюгората промишлена революция.

## Селскостопанска техника и технология. Хранително-вкусова промишленост

Увеличаването на градското население в европейските страни през втората половина на 18 в. поставя проблема за изхранването му. Този проблем има две съставки производството на храните и запазване на хранителните им качества. От друга страна развитието на манифактурното, а по-късно и на фабричното производство, изиска сировини (вълна, лен, коноп, какъв захарна тръстика и т.н.) за обработка. Така се създава дисбаланс между нуждите на градското население и възможностите на орнаменталната промишленост и възможностите на селското съпънство. Този дисбаланс трябвало да се отстрани и пътя за изграждането отстраняване е механизацията и повишаването на производството от декар чрез агрономията.

През 30-те години на 18 в. в Шотландия се появява първият земеделски изпитател (объръщател) на почвата. В 1833 г. американецът