

КОРОТКА ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН І ЕЛЕКТРОМАШИНОБУДУВАННЯ

Любимський Євгеній Володимирович, ст.. МО-32,

Науковий керівник: викладач Єременок П. М.,

*ВП НУБіП України «Немішайвський
агротехнічний коледж»*

Розвиток електричних машин підготований роботами і відкриттями багатьох фізиків у галузі електротехніки. Електричні і магнітні явища були відомі ще у XVIII ст. і значно раніше. Першою роботою з електрики був трактат "Про магніт, магнітні тіла і про великий магніт – Землю", англійського вченого У. Гільберта (1600 р.). Гільберт назвав електричними тіла, здатні електризуватися і ввів термін „електрика”.

Історія розвитку електричних машин охоплює вже понад 180-річний період. Вважають, що вона починається зі створення М. Фарадеєм у 1821 р. електричного двигуна, який становив постійний магніт, довкола якого обертався провідник з постійним струмом. Ковзний контакт в ньому забезпечувався ртуттю, наливою в чашу, і верхньою опорою.

У 1823 р. П. Барлоу запропонував двигун, який складався із колеса і постійного магніту. Як і в двигуні Фарадея, ковзний контакт створювався за допомогою ртуті, наливої в банку, і проводу, підімкненого до вала. Живився двигун від батареї хімічних елементів.

У 1831 р. Фарадей відкрив закон електромагнітної індукції. Син коваля з лондонського передмістя, а згодом – лаборант у хімічній лабораторії, М. Фарадей став визначною фігурою в електромеханіці. Він став членом 68 наукових товариств і академій, великим вченим, автором глибоких наукових праць і популяризатором науки. Продовжувачем справи Фарадея був його співвітчизник Д.К. Максвелл, який надав ідеям Фарадея математичної форми.

У 1831 р. американський фізик Д. Генрі запропонував двигун зворотно-поступального руху, в якому рухомий електромагніт по черзі притягувався до постійних магнітів і відштовхувався від них, замикаючи і

розмикаючи батареї гальванічних елементів.

У 1832 р. брати Піксі на підставі робіт Фарадея сконструювали генератор з обертовими постійними магнітами. У нерухомих котушках під час обертання постійних магнітів наводилася змінна електрорушійна сила. Це один з перших генераторів змінного струму, який у той час не знаходив ще застосування, і для випрямлення струму застосовувалися механічні комутатори.

У 1832 р. Е. Ленц сформулював закон про напрям індукованого струму, а також принцип зворотності електричних машин. У 1838 р. Е. Ленц експериментально показав можливість роботи машини постійного струму в режимі генератора і двигуна.

У 1834 р. петербурзький академік Б.С. Якобі побудував і описав електродвигун, який працював за рахунок притягування і відштовхування електромагнітів. Двигун Б.С. Якобі мав дві групи електромагнітів: одну – обертову, а другу – нерухому. Для зміни полярності рухомих електромагнітів слугував комутатор, який складався з кілець з чотирма мідними і чотирма ізолюючими вставками (у чотириполісній машині). По кільцях ковзав контакт, і під час обертання змінювався напрям струму в обмотках рухомих електромагнітів. Напруга підводилась до контактів від гальванічних елементів. У 1838 р. Б.С. Якобі об'єднав 40 електродвигунів, які працювали на два вали, і встановив разом з гальванічною батареєю з 320 елементів на боті, який з 12 пасажирами ходив по Неві. Так було вперше практично використано електричну машину.

Початковий період розвитку електричних машин пов'язаний переважно з постійним струмом, бо електричну енергію спочатку використовували в устаткуванні для гальванопластики, відтак – в дугових електричних лампах, а для двигунів джерелом електричного струму були гальванічні елементи. Генератор, який з'явився пізніше ніж двигун, скоро випередив останнього в своєму розвитку. На початковому етапі розвиток електричних двигунів і генераторів проходив незалежно, хоч принцип зворотності електричних машин був уже відомий.

Причиною більш інтенсивного розвитку генераторів були великі потреби в електроенергії для освітлення міст, які бурхливо зростали. У 70-ті роки XIX ст. для освітлення використовують більшу частину отриманої електроенергії. У зв'язку з цим необхідно було знайти потужне джерело живлення. Це викликало прискорений розвиток генераторів постійного струму і призвело до збільшення їх потужності.

У 1860 р. італієць А. Пачінотті запатентував якір з кільцевою обмоткою, але не зумів його застосувати. Тільки у 1870 р. німецький вчений З. Грам отримав патент на генератор із самозбудженням і кільцевим якорем. На кільцевому якорі із сталевих дроту розміщалися кільцева замкнена обмотка, яка є основою майже всіх сучасних машин. Відгалуження від обмотки були виведені на колекторні пластини, по яких ковзали щітки. На станині розміщувалися електромагніти з полюсними наконечниками. Обмотку збудження було сполучено послідовно з обмоткою якоря і навантаженням.

У 1873 р. Ф. Гефнер-Альтенек і В. Сіменс створили машину з барабанним якорем, яка мала всі основні елементи сучасної машини постійного струму.

У 1880 р. Т. Едісон запропонував зробити якір машини постійного струму шихтованим зі сталевих ізольованих між собою листів. У цьому ж році для покращання охолодження Х. Максін запропонував розділяти якір на пакети. У 1884 р. було винайдено компенсаційну обмотку, а у 1885 р. – додаткові полюси, які покращували комутацію машини постійного струму.

Під час використання машин постійного струму в окремих галузях промисловості та міському господарстві виявилися характерні недоліки, які ускладнювали їхнє поширення. Насамперед це низька надійність роботи машин постійного струму у зв'язку з іскрінням на колекторі. Тому у 80-ті роки XIX ст. поступово зростає інтерес електротехніків того часу до машин змінного струму, для яких не потрібно було колектора для механічного перетворення електричного струму.

Значно вплинули на розвиток однофазних мереж змінного струму роботи російського винахідника П.Н. Яблочкова, який запропонував свічку для

освітлення вулиць і приміщень (1878 р.), індукторний генератор (1877 р.) і однофазний трансформатор з розімкненим осердям, двома окремими обмотками, коефіцієнт трансформації якого дорівнював 1. У 1882 р. Л. Голяр і Е. Гібс запропонували однофазний трансформатор з коефіцієнтом трансформації, який не дорівнював 1, і висувне осердя, за допомогою якого плавно регулювалася напруга. Брати Гопкінсони в Англії у 1884 р. створили однофазний трансформатор із замкненим осердям і переміжними обмотками вищої і нижчої напруг. У 1885 р. угорські електротехніки О. Блаті, М. Дері і К. Ціперновський створили кільцевий, броньовий і стрижневий трансформатори, які мали високі техніко-економічні показники. В перших трансформаторах осердя виконували зі сталевого дроту. Обмотка низької напруги намотувалась ближче до осердя, а на неї намотувалась обмотка високої напруги. Масляне охолодження трансформаторів застосував Д. Свінберг у 1880 р.

Виходець із Галичини І. Пулюй істотно удосконалив порівняно з Едісоном освітлювальні жарівки, розпочав їх масове виробництво у закладеній ним фабриці та організував масштабне електричне освітлення електротехнічної виставки в австрійському місті Штайрі (1883), яке стало сенсацією. Під керівництвом Пулюя, як державного експерта Австро-Угорщини, запропоновано і побудовано низку електростанцій у Чехії. Він працював консультантом різних електротехнічних фірм.

У кінці 80-х років Г. Фераріс і Н. Тесла створили двофазний двигун змінного струму, в якому обертове магнітне поле створювали котушки, зміщено в просторі на 90° , зі струмами, зміщеними за фазою один відносно одного на 90° .

У 1889 р. російський електротехнік М.О. Доліво-Добровольський запропонував трифазну систему змінних струмів і у тому ж році розробив перший трифазний асинхронний двигун і трансформатор. Як джерело трифазного струму М.О. Доліво-Добровольський використав машину постійного струму, зробивши три відгалуження від обмотки під кутом 120° і вивівши їх на три кільця. Навесні 1889 р. був побудований перший

асинхронний трифазний двигун з короткозамкненим ротором потужністю 180 кВт. Потім почали виготовляти потужніші двигуни з короткозамкненою і фазною обмотками на роторі. Трифазний трансформатор був побудований спочатку з радіальним розташуванням обмоток, а в 1891 р. М.О. Доліво-Добровольський отримав патент на трифазний трансформатор з паралельними стрижнями, розміщеними в одній площині. Така конструкція трансформатора застосовується і тепер. Вже у 1891 р. на міжнародній електротехнічній виставці у Франкфурті-на-Майні була здійснена передача трифазним змінним струмом потужності 230 кВт при напрузі 15 кВ на відстань 170 км у Німеччині між Лауфеном і Франкфуртом-на-Майні. Максимальний ККД (коефіцієнт віддачі) передачі був 75,2 %. З початку 90-х років позаминулого століття трифазна система змінного струму ввійшла в енергетику.

У 1894 році з'явився перший електричний трамвай у Львові.

Отже, на межі XIX-XX ст. закінчується початковий період розвитку електричних машин. Усі основні типи машин до цього часу були вже створені.

XX ст. стало новим етапом у розвитку електричних машин. Цей період характеризується значним ростом промисловості і транспорту на основі електрифікації. До електричних машин висуваються вже суворі вимоги щодо забезпечення необхідних характеристик, а також зменшення ваги і габаритів. Тому необхідно було широко розгорнути науково-дослідну роботу щодо вивчення електромагнітних і теплових процесів в електричних машинах, шукати нові ізоляційні матеріали, а також поліпшувати властивості електротехнічної сталі. Протягом ряду наступних десятиліть принцип побудови трансформаторів, синхронних і асинхронних машин і машин постійного струму залишається незмінним, а змінюються лише конструктивні оформлення, зменшуються вага і габарити, збільшується коефіцієнт віддачі машин.

У 1899 р. парову турбіну вперше з'єднали з турбогенератором потужністю 1 МВт. Почалось впровадження електрики в усі галузі

промисловості. Будують потужні електричні станції, великі синхронні і асинхронні машини і трансформатори. Пізніше окремі станції об'єднували в енергосистеми, потужності яких досягають сотень мільйонів кіловат.

У ХХ ст. поряд з іншими галузями промисловості бурхливо розвивається електротехнічна промисловість.

Характерною особливістю розвитку електричних машин, починаючи з 1900 р., є збільшення потужності окремих одиниць, тобто окремих машин. Якщо у 1890 р. потужність генераторів і трансформаторів не перевищувала 5000 кВА в одній одиниці, то зараз вона сягає 800000 кВА і більше.

Потужність сучасних теплових електростанцій досягає 4 млн. кВт, гідроелектростанцій – 6 млн. кВт. Неперервно підвищується питоме використання матеріалів потужних синхронних машин. Потужність поодиноких агрегатів досягає 640 МВт в гідрогенераторобудуванні і 1200 МВт – у турбогенераторобудуванні. Проектуються гідрогенератори потужністю 800-1000 МВт і турбогенератори потужністю 2000 МВт.

Одночасно зі збільшенням потужності зростали і напруги. Так, у США в 1900 р. гранична напруга трансформаторів становила 60 кВ, а вже в 1920 р. вона зросла до 220 кВ. У Швеції в 1952 р. почала працювати лінія електропередачі змінного струму з напругою 380 кВ. Лінія електропередачі Самара - Москва, введена в експлуатацію в 1957 р., мала початкову напругу 400 кВ, а зараз - 500 кВ. В Україні найбільша напруга магістральних ліній електропередач становить 750 кВ.

Важливе значення мали роботи Г. Ферраріса з теорії трансформаторів і однофазних двигунів (1893 р.). Велике значення мали роботи М.О. Доліво-Добровольського, який створив основи теорії і проектування трансформаторів. Він заклав основи проектування асинхронних машин (1893 р.). Теорією трансформаторів в 90-х роках позаминулого століття плідно займалися Г. Каппа, Бен-Ешенбург та ін.

Важливою віхою у розвитку теорії електричних машин була поява в 30-40-х роках робіт Г. Крона з загальної теорії електричних машин. Г. Крон

запропонував модель і рівняння узагальненої машини, з яких можна отримати рівняння всіх видів індукційних машин. Узагальнення, зроблені Г. Кроном, значно вдосконалили теорію електричних машин.

У дореволюційній Росії, складовою якої була значна частина України, власної електропромисловості не було. Окремі електромашинобудівні заводи були власністю закордонних фірм, і випускали електричні машини також за кордоном. Випускати електричні машини після Жовтневого перевороту почали на трьох заводах, які раніше належали іноземним фірмам: заводах "Динамо" в і Москві, "Електросила" у С.-Петербурзі та електромеханічному і заводі у Харкові (ХЕМЗ). Сьогодні це заводи-велетні, які випускають різноманітну продукцію і розробляють з кожним роком все досконаліші машини.

Крім ХЕМЗа, в Україні випускають продукцію такі електромашинобудівні заводи: електротехнічний завод "ХЕЛЗ", "Електроважмаш" і "Електромашина" в Харкові, "Електромотор" у Полтаві, електромашинобудівний завод у Новій Каховці, Вінницький електротехнічний завод, "Електропобутприлад" у Львові, "Електродвигун" в Ужгороді, Запорізький трансформаторний завод і Хмельницький завод трансформаторних підстанцій (виробничо-технічна фірма "Трансформатор").

Розвиток та удосконалення електричних машин продовжуються сьогодні у багатьох виробничих фірмах, наукових і навчальних колективах електромеханіків. Тепер електромашинобудівники України у творчому зв'язку з науково-дослідними і технічними навчальними інститутами (університетами) країни повинні забезпечити випуск необхідних типів електричних машин і трансформаторів та покращувати їх техніко-економічні характеристики.