

Из истории электротехники

Федор Аполлонович Пироцкий

(К 170-летию со дня рождения)

Изобретатель в области электротехники Федор Аполлонович Пироцкий родился 1 марта (17 февраля по ст.ст.) 1845 г. в семье штабс-лекаря (военного врача), потомка казаков в с. Сенча Лохвицкого уезда Полтавской губернии (ныне Полтавская область Украины). В 1863 г. юноша поступил на учебу в Константиновский кадетский корпус Санкт-Петербурга (среднее военное учебное заведение для подготовки детей дворян для военных училищ), а через два года был переведен в юнкерский класс Михайловского артиллерийского училища, расположенного там же. Во время учебы ему удалось побывать на практике на военных заводах Финляндии (в то время Великое княжество Финляндское входило в состав России), где и заинтересовался передачей на расстояние электрической энергии, получаемой от водопадов озерных рек.

В 1866 г. после присвоения воинского звания подпоручика (в то время младший офицерский чин в Российской армии) Пироцкий был направлен служить в Печерскую крепостную артиллерию Киевского гарнизона. Здесь он познакомился и подружился с подпоручиком саперного батальона, поклонником всего, что работало от электричества, П.Н. Яблочковым, впоследствии знаменитым электротехником (изобрел дуговую электрическую лампу без регулятора, однофазный трансформатор, систему распределения электрической энергии для питания осветительных ламп, работал над созданием электрических генераторов и химических источников тока). Это знакомство сыграло важную роль в судьбе Федора Аполлоновича, усилило его интерес к электротехнике.

В 1869 г. Пироцкий поступил на строевой факультет Михайловской артиллерийской академии, после окончания которой в 1871 г. его назначили ревизором в отдел технических отчетов и смет Главного артиллерийского управления в Санкт-Петербурге. Ознакомившись с состоянием производства пушек, он разработал систему доменных печей с тройными стенками, благодаря чему уменьшался



расход топлива при плавке металла. Изучая отчеты артиллерийских полигонов, он в 1874 г. обнаружил на плане Волковского поля в Санкт-Петербурге башню для проекторов, энергия к которым передавалась по двум тонким телефонным проводам от маломощного электрического генератора системы Б.С. Якоби, расположенного на расстоянии примерно 180 м. Пироцкий приобрел две классические коллекторные машины системы З.Ф. Грамма мощностью по 6 л.с. (4, 414 кВт) и осенью 1874 г. на военном полигоне Волковского поля провел серию опытов по передаче

электрической энергии большой мощности по железным проводам, закрепленным с помощью телеграфных изоляторов на деревянных опорах, от одной машины к другой на расстоянии 200 м. Обратным проводником была земля. Это была первая система «генератор—двигатель», подтвердившая возможность передачи на расстояние не только слабых токов, что уже в то время применялось в телеграфии, но и сильных.

По выходным дням и во внерабочее время экспериментатор продолжал совершенствовать систему получения, передачи и преобразования электрической энергии в механическую работу, приспособив в 1875 г. для опытов бездействующий участок курортной паровозной железнодорожной ветки Миллера длиной около 4 км, ведущей от станции Сестрорецк к пристани Санкт-Петербургского порта; он докупил две паровые машины для привода генератора.

Артиллерист-изобретатель с целью уменьшения потерь в линии провел ряд опытов по передаче электрического тока по двум изолированным железнодорожным рельсам, сечение которых более чем в 600 раз превышало сечение обыкновенного телеграфного провода. Один из рельсов был прямым проводом, другой — обратным (земляным). Для улучшения проводимости и уменьшения сопротивления рельсового пути им были применены стыковые электрические соединения прямого и обратного проводов. Для усиления изоляции друг от

друга двух ниток рельсов одной колеи он применил смазку подошвы рельсов асфальтом. Его идеи использования рельсов в качестве проводников электрического тока находят применение и в настоящее время. Рельсовые нити железнодорожной пути являются основным элементом автоматической блокировки и локомотивной сигнализации, электрической централизации стрелок и сигналов, диспетчерского контроля и др. С помощью рельсовых цепей контролируются свобода и целостность железнодорожной пути на перегонах и станциях, исключается возможность перевода стрелок под составом, передаются кодовые сигналы с путевых устройств на локомотив, обеспечивается согласование между показаниями проходных светофоров, осуществляется автоматический контроль приближения поездов к переездам и т.д.

В 1876 г. Пироцкий заставил вращаться электродвигатель, находившийся на расстоянии 1 км от генератора Гамма. Его предположение о возможности использовать рельсы железных дорог для электрической передачи больших мощностей на расстояние подтвердилось. Об успешных опытах он сообщил в статье «О передаче работы воды как двигателя на всякое расстояние посредством гальванического тока (проводники – рельсы и провод), в том числе и для движения поездов», опубликованной в «Инженерном журнале» (№ 4, 1877 г.). Публикация о преимуществах использования водяных двигателей с электропередачей энергии на расстояние по сравнению с использованием паровых двигателей, устанавливаемых на месте потребления, была разослана всем заинтересованным лицам. Представитель фирмы «Сименс и Гальске» отправил статью в Германию.

В 1879 г. для Берлинской промышленной выставки немецкий предприниматель Э.В. Сименс, создавший в 1867 г. электромашинный генератор постоянного тока с самовозбуждением, построил модель электрифицированной железной линии с отдельным локомотивом и двумя прицепными платформочками. Экипаж использовался как аттракцион. В маленьких открытых вагончиках могли ехать восемнадцать пассажиров, сидевших спинами друг к другу, свесив ноги. Водитель располагался на локомотиве. Рядом с двумя рельсами, по которым катился небольшой поезд, был проложен по шпалам третий для питания двигателя электроэнергией (обратным проводом были ходовые рельсы), что по сравнению со схемой Пироцкого ухудшало систему электроснабжения и делало ее более дорогой.

Дальнейшие исследования Пироцкий проводил совместно с электротехником В.Н. Чиколевым, создателем ряда моделей электрических дуговых

ламп с дифференциальным регулятором, который в 1875 г. был назначен делопроизводителем электротехнического отдела Главного артиллерийского управления. В 1879 г. после возвращения из длительной служебной командировки в черноморские крепости Пироцкий предложил властям Санкт-Петербурга проект разработки городского трамвая не на конной тяге, а на электрической. Проект не был принят под давлением владельцев конных железных дорог. В начале 1880 г. им было разработано несколько усовершенствованных конструкций домашних печей, а также печей для выпечки хлеба.

В январе 1880 г. Пироцкий вместе с П.Н. Яблочковым, В.Н. Чиколевым, Д.А. Лачиновым, А.Н. Лодыгиным и другими выдающимися электротехниками и работниками в области телеграфии стал членом созданного электротехнического (шестого) отдела Русского технического общества, в работе которого принимал активное участие. В апреле этого же года он на первой в мире специальной электротехнической выставке в Санкт-Петербурге продемонстрировал свои проекты, на основании которых была построена трамвайная линия, и сделал перед многолюдной аудиторией Русского технического общества доклад «Передача силы на любое расстояние с помощью гальванического тока (проводники – рельсы и провод)». К.В. Сименс, в то время перестраивавший имперский телеграф, тщательно изучил экспонаты Пироцкого, задал ему множество вопросов и перечертил схемы. Через полгода в Берлине его старший брат Э.В. Сименс выступил с докладом «Динамоэлектрическая машина и применение ее на железных дорогах».

Все лето 1880 г. Пироцкий на собственные средства реконструировал самый тяжелый двухъярусный вагон на 40 пассажиров весом 6,5 т конной железной дороги, прикрепив под кузовом вагона к раме тяговый электродвигатель постоянного тока параллельного возбуждения напряжением 100 В, мощностью около 3 кВт, 600 об/мин и редуктор, вращения которых передавалось колесам. Впервые была применена двухступенчатая зубчатая передача от тягового двигателя к осям вагона по кинематической схеме, в дальнейшем примененная в США и получившая наименование трамвайный привод Спрега. Это был прототип современной колесной пары электровоза. Рельсовые пути предварительно были приспособлены для передачи электрической энергии: костыли изолированы от шпал специальным составом, а под рельсы уложены изолирующие брезентовые прокладки. Рядом с дорогой на территории Рождественского вагонного парка была построена электростанция с генератором постоянного тока. Токосъем с рельсов осуществлялся через бандажи колес, изолированных от вагонных осей.

Контроллерное управление позволяло регулировать скорость двигателя вперед и назад. Вначале эксперименты проводились на участке пути длиной 85 м. Экспериментально удалось доказать, что электрическая энергия может заставить вращаться колеса конного экипажа, движущегося по рельсам. Таким образом, Пироцкий впервые использовал ходовые рельсы для передачи электрической энергии движущемуся экипажу.

3 сентября 1880 г. в присутствии руководства Второго общества конно-железных дорог изобретатель вначале привел в движение пустой двухъярусный моторный вагон, перемещающийся со скоростью конной рыси (до 12 км/ч) без упряжки лошадей, и который в настоящее время считается прообразом трамвая. Вагон двигался с разной скоростью, останавливался, возобновлял движение, не разворачиваясь, шел в обратную сторону; то же самое затем повторилось с 40 пассажирами. Испытание и демонстрация первого в мире трамвая с электрическим приводом, заполненного пассажирами, продолжались почти месяц на Болотной улице Санкт-Петербурга, привлекая внимание специалистов и публики, вызывая протесты владельцев конок. Результаты экспериментов были опубликованы в «Российском инженерном журнале», «Журнале Русского физико-химического общества», журнале «Электричество» (№ 5, 1880 г.)

Для дальнейшего совершенствования конструкции трамвая у Пироцкого не было средств. Городские власти помочь не могли, поскольку заключили контракт с владельцами и акционерами общества конно-железных дорог, предоставляющий им монопольное право перевозки пассажиров в черте города. Они не желали вкладывать средства в переоборудование всего хозяйства на электрическую тягу. По настоянию владельцев конки работы по внедрению уличного электрического транспорта в Санкт-Петербурге были прекращены.

В 1881 г. Пироцкий представил схему электрической железной дороги на Международной электротехнической выставке в Париже. В том же году он проложил первый подземный электрический кабель в Санкт-Петербурге для передачи электроэнергии от пушечного Литейного завода к Технической артиллерийской школе и был автором проекта централизованной подземной городской электросети, что подтолкнуло власти Санкт-Петербурга к строительству центральной электростанции.

Последним местом службы изобретателя была Ивангородская крепость Варшавского военного округа. В 1888 г. он вышел в отставку в звании полковника с урезанной пенсией для оформления наследства дяди, не дослужив в армии нескольких месяцев до 25 лет, что гарантировало бы ему пен-

сию в полном размере. После многократных рассмотрений дел в судах, длившихся пять лет, Пироцкий вступил во владение помещьем в с. Масловока Алешкинского (Олешкиевского) уезда Таврической губернии (ныне Цюрупинский район Херсонской области Украины). В 1896 г. чиновник губернского управления обнаружил, что в его служном списке и во всех приказах записана фамилия «Пероцкий». 30 лет назад в Михайловском артиллерийском училище произошла ошибка в служебных документах выпускника при написании второй буквы фамилии, которая не была исправлена в течение всей его военной службы. Он был лишен наследства. Пенсионеру пришлось выселиться из имения и переехать в военный пансионат города Алешки (Олешки). Ему едва хватало пенсии на оплату проживания и пропитание. Из-за перенесенного нервного потрясения и при нищенском существовании прожил он недолго. 12 марта (28 февраля по ст. ст.) 1898 г. Пироцкий был найден мертвым. Денег при нем не нашли, и знакомые похоронили его в кредит в счет описанного и проданного позднее на аукционе с молотка имущества. Непроданными остались 5 сундуков, 4 чемодана и 2 ящика никому не нужных в то время и, по всей вероятности, утерянных вещей (книги, картины, деловые бумаги и др.), которые представляли бы сейчас музейную ценность.

Идеи Пироцкого еще при его жизни были подхвачены за рубежом, так как проблема применения электричества для транспорта стояла с 30-х годов 19 в. В 1880 г. изобретатель и предприниматель Т.А. Эдисон в США провел первые опыты по применению электрической тяги на железной дороге в Менло-парк (штат Нью-Йорк). В 1881 г. фирма братьев Сименс начала изготавливать вагоны, конструкция которых совпала с проектом русского изобретателя. В том же году братья открыли в Берлине трамвайную линию протяженностью 2,5 км, по которой от Берлина до Лихтерфельда курсировал вагон, вмещавший 20 пассажиров. Передача электрической энергии к тяговым двигателям осуществлялась по системе Пироцкого – без третьего рельса. В 1882 г. на электрической выставке в Вене была построена трамвайная железная дорога, аналогичная той, что демонстрировалась в 1880 г. в Санкт-Петербурге. В 1893 г. была открыта для эксплуатации линия трамвая по системе Пироцкого в Португалии (Ирландия) длиной 9,6 км; в 1884 – в английском городе Брайтон длиной 1,5 км и во Франкфурте-на-Майне длиной 6,56 км. В первой трети 20 в. трамвай благодаря технико-экономическим преимуществам и экологической чистоте по сравнению с конной и паровозной тягой появился в большинстве стран мира.

Внедрение трамвая в России происходило медленно из-за конкуренции с владельцами конных железных дорог. Первую электрифицированную монорельсовую дорогу длиной 0,2 км в Гатчине Санкт-Петербургской губернии (ныне Ленинградская область) инженер И.В. Романов построил в 1889 г., применив идею Пироцкого. 14 июня 1892 г. в Киеве, несмотря на возражения почтово-телеграфного ведомства, утверждавшего, что течение электричества по контактному проводу и рельсам будет мешать работе телеграфа и телефона, было открыто регулярное движение электрического трамвая из-за убыточности конной железной дороги. Проект был разработан предпринимателем А.Е. Струве, выпускником Николаевского инженерного училища в Санкт-Петербурге. Четверки и шестерки коней, дымящие и грохочущие паровички с трудом втаскивали по рельсам небольшой вагон с пассажирами на крутую Михайловскую горку Александровского (теперь Владимирского) спуска, соединяющего речной порт с центром города. Струве на своем заводе в Коломне, построенном для изготовления мостовых металлоконструкций, железнодорожных вагонов и паровозов, организовал проектирование и изготовление электрических трамваев.

В Санкт-Петербурге трамвайная линия была сооружена зимой 1894–1895 гг. на льду Невы, так как только на реку не распространялся контракт Акционерного общества конных железных дорог, запрещающий использование электричества для движения вагонов. В зимние сезоны до 1900 г. русской электротехнической фирмой предпринимателя Подобедова эксплуатировалось несколько трамвайных линий на льду Невы. Первые трамвайные линии появились в Казани (1894 г.), Нижнем Новгороде (1896 г.), Екатеринославе (ныне Днепропетровск) и Курске (1897 г.), Орле и Севастополе (1898 г.), Москве (1899 г.), Ярославле (1900 г.), Ростове-на-Дону, Твери и Смоленске (1901 г.), Пятигорске (1903 г.), Владикавказе (1904 г.), Тифлисе (ныне Тбилиси) (1905 г.), Харькове (1906 г.), на улицах Санкт-Петербурга в 1907 г.

В России в начале 20 в. насчитывалось около 40 трамвайных предприятий, которые в настоящее время имеются в 112 городах нашей страны, а общая протяженность трамвайных линий составляет около 10000 км. Современный трамвайный вагон имеет два электродвигателя общей мощностью 80–900 кВт, вмещает 120–360 пассажиров, снабжен электронной и микропроцессорной системами управления и развивает скорость до 88 км/ч. В 80-х годах 20 в. с появлением и освоением производства запираемых тиристорных на трамвайных вагонах стали применяться электроприводы с асинхронны-

ми тяговыми электродвигателями с короткозамкнутым ротором, которые более надежны, просты по конструкции, неприхотливы в эксплуатации и обладают меньшими размерами по сравнению с коллекторными тяговыми двигателями постоянного тока.

В США в 1890 г. паровую тягу городской железной дороги в Нью-Йорке заменили электрической. В Лондонском метро, открытом в 1863 г., в 1890 г. дымящий паровоз был заменен электровозом, что послужило толчком к сооружению метро во всем мире. Применение электрической тяги позволило освободить тоннели от дыма и копоти, улучшить условия эксплуатации. Одна из первых подземных железных дорог строилась в 1896 г. сразу как электрическая для метрополитена в Будапеште. После этого метрополитены были открыты в Париже (1900 г.), Мехико (1902 г.), Филадельфии (1907), Буэнос-Айресе (1913 г.), Мадриде и Сан-Франциско (1919 г.), Барселоне (1924 г.), Токио (1927 г.), Москве (1935 г.) и т.д.

В 1882 г. после успешных результатов применения трамвая в Германии был сооружен первый троллейбус, безрельсовый уличный транспорт с электрической тягой, предназначенный для массовой перевозки пассажиров и грузов, питаемый от верхней контактной сети. В нашей стране первый троллейбус пущен в 1934 г. в Москве. Преимущества троллейбуса перед автобусом в том, что он не загрязняет воздух, его электрические двигатели допускают двукратную перегрузку, что дает ему возможность развивать более высокое ускорение при разгоне, во время остановки энергия не расходуется на холостой ход двигателя, регулирование скорости происходит более плавно. Основным преимуществом троллейбуса по сравнению с трамваем является отсутствие рельсового пути и в связи с этим меньшая первоначальная стоимость и большая гибкость движения в условиях города, а также меньший шум.

Вслед за опытами по электрификации городского транспорта в 90-х годах 19 в. начали переводить на электрическую тягу сначала пригородные, а затем и магистральные железные дороги. Мотор-вагонные секции давали возможность равномерно распределять мощность двигателей по длине поезда, что позволяло увеличивать общую массу электропоездов и железнодорожных составов, а также скорость их движения даже при короткой длине прогонов. В 1903 г. в Германии на железнодорожном участке Цосин-Мариенфельде длиной 23 км прошел испытания первый электрический моторный вагон фирмы «Сименс». В 1929 г. на железнодорожном участке Москва–Мытищи открылось движение пригородных поездов с электрической

тягой. В настоящее время тяговые электрические двигатели применяются в дизель-поездах и тепловозах, в которых первичные двигатели внутреннего сгорания приводят во вращение электрические генераторы, питающие тяговые двигатели.

Подробнее о жизни и творчестве российского инженера-изобретателя Федора Аполлоновича Пироцкого можно узнать из следующих изданий: **Ржонский Б.Н.** Федор Аполлонович Пироцкий. – М.; Л.: Госэнергоиздат, 1951, 112 с.; **Шателен М.А.** Русские электротехники второй половины XIX века. – М.; Л.: Госэнергоиздат, 1949, 380 с.; **Белькинд Л.Д., Конфедеров И.Я., Шнейберг Ф.А.** История техники. – М.; Л.: Госэнергоиздат, 1956, 491 с.; **Артоболевский И.И., Благоврахов А.А.** Очерки истории техники в России (1861–1917). – М.: Изд-во «Наука», 1975; **Веселовский О.Н., Шнейберг Я.А.** Очерки по истории электротехники. – М.: Изд-во МЭИ, 1993, 252 с.

Григорьев Н.Д., канд. техн. наук