



Яркий луч впереди паровоза



Николай ГРИГОРЬЕВ

Nickolai D. GRIGORIEV

Этому человеку в истории мировой и отечественной электрофизики принадлежит одна из наиболее запоминающихся страниц. В XIX веке он стал обладателем признанных всем цивилизованным миром изобретений и патентов, в том числе «свечи Яблочкова» и способы использования эффекта «дробления света» в многоэлементных электрических цепях переменного тока. Благодаря ему «русский свет» обеспечил яркую ночную жизнь крупнейшим европейским городам, дал электрическое освещение кораблям и поездам, многим объектам общественной инфраструктуры. И при этом – драматичная судьба ученого, ранняя смерть, незавершенные планы и проекты.

Ключевые слова: электрофизика, свеча Яблочкова, электрическое освещение, генераторы, электросеть, трансформатор, история, биография.

Григорьев Николай Дмитриевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Электроэнергетика транспорта» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ), Москва, Россия.

ПРИГЛАШЕНИЕ ОТ ВЕЛИКОГО КНЯЗЯ

17 июня 1877 года свечи Яблочкова осветили Вест-Индские доки в Лондоне, а затем мост Ватерлоо, залы в Кенсингтонском и Британском музеях, часть набережной р. Темза, отель «Метрополь», Гатфильдский замок, Вестгейтские морские пляжи.

Казалось, тьма отступала, и электричество брало свое. Но не отступали конкуренты. Никто ничего добровольно отдавать не хотел.

Акционеры могущественных английских газовых компаний пустили в ход все средства, вплоть до явных обманов, клеветы и подкупов, чтобы дискредитировать способ освещения по системе Яблочкова. По их настоянию английский парламент учредил специальную комиссию, в которую вошли и выдающиеся ученые того времени В. Томсон (лорд Кельвин), Д. Тиндаль и другие фигуры. Им предстояло рассмотреть вопрос о допустимости широкого использования электрического освещения в Британской империи.

Все неудачи, неизбежные при новизне дела, преувеличивались и раздувались в многочисленных статьях, описывались воображаемые катастрофы, к которым может при-

(Окончание. Начало в предыдущем номере «МТ»)

вести применение электрического света. Сторонники газового освещения указывали на опасность электричества для жизни, трудность дробления света, вредное влияние на глаза и т. п. В протоколах комиссии было записано: «Что касается электрического света, то английские леди весьма им недовольны: они находят, что он придает какую-то мертвенность физиономии». После длительных дебатов и заслушивания свидетельских показаний нашлось среди членов комиссии немало ярых противников электрических свечей, посчитавших, что в Лондоне оно дороже газового. Сторонников оказалось меньше.

Почти одновременно с Англией свечи Яблочкова осветили помещение торговой конторы Ю. Михаэлиса в Берлине, Национальную улицу, площадь Колона и древний памятник архитектуры — развалины Колизея в Риме, Фольскгартен в Вене. С исключительной быстротой новое электрическое освещение было установлено на площадях, улицах, в морских портах, магазинах, театрах и дворцах Бельгии, Испании, Португалии, Швеции, других стран Европы и за ее пределами. «Русский свет» вспыхнул в Сан-Франциско и 26 декабря 1878 года в магазинах Винемара в Филадельфии (США), в Рио-де-Жанейро (Бразилия) и городах Мексики. Появился он в Дели, Калькутте, Мадрасе. Персидский шах и король Камбоджи осветили им свои дворцы.

Ни одно из изобретений в области электротехники не получало столь быстрого и широкого распространения, как свечи Яблочкова. Это был триумф русского инженера. После его работ стало ясно, что электрическое освещение — способ самый удобный, дешевый и многообещающий. Свеча имела небольшую мощность и была пригодна для освещения небольших помещений. Группы таких светильников могли обеспечить более равномерное распределение световых потоков по помещению, чем посредством газовых ламп и дуговых прожекторов. К тому же быстро падали на нее цены. Например, за два года с марта 1878 по март 1880 года цены на свечу упали в 2 раза.

Во французском патенте № 120684, выданном изобретателю 11 октября 1877 года, были предложены конденсаторы в виде стопки (блока) металлических пластин или полосок фольги с находящимися между ними



изоляционными слоями (пластинами). Они представляли собой свернутые в рулон листы оловянной фольги, разделенные слоями пластыря и гуттаперчи (природный водонепроницаемый изоляционный материал; продукт стужения или слипания коллоидных частиц млечного сока в процессе броуновского движения). Четные металлические пластины или полоски фольги были соединены между собой одним общим проводником, а нечетные — другим. Блоки могли монтироваться параллельно или последовательно. Такая пакетная конструкция конденсаторов ныне имеет широкое распространение.

В дополнение к этому патенту 12 октября 1878 года Яблочков заявил свои права на устройство конденсатора из металлических листов, покрытых изолирующим веществом и с целью повышения электрической прочности и емкости, погруженных еще и в резервуар с изолирующей жидкостью. Это изобретение стало предшественником конструкции оксидного электролитического конденсатора с рекордно большими удельными и абсолютными емкостями, запатентованного вскоре после смерти автора. В электролитическом конденсаторе диэлектриком выступает оксидный слой, образующийся при электролизе на поверхности металла, который является одной обкладкой. Другой обкладкой служит электролит, необходимый для существования оксидного слоя, толщина которого при небольших напряжениях меньше микрометра.

В магнитодинамоэлектрической машине переменного тока, на которую Яблочков взял французский патент № 119702 в 1877 году, не было подвижных обмоток и скользящих контактов. Намагничивающая обмотка и обмотка, в которой наводилась ЭДС, оставались





неподвижными. Вращался зубчатый железный диск, менявший при вращении магнитный поток, пронизывающий обмотку с ЭДС. Этот принцип работы машины используется в современных индукторных генераторах переменного тока.

Конструировавшиеся в то время мало-мощные генераторы, приводимые в движение от трансмиссионных валов посредством ременных передач, устанавливались на электростанциях десятками и препятствовали распространению электрического освещения. Разработанный Яблочковым мощный генератор переменного тока имел вращающиеся электромагниты (ротор), полюсы которых имели геликоидальную (спиральную винтовую) форму. Он считал, что небольшому угловому движению будет соответствовать значительное перемещение магнитного полюса, а это даст возможность применять меньшие скорости вращения.

Преимущества сконструированных в тот период машин Яблочкова перед другими распространенными тогда генераторами А. В. Сименса и З. Т. Грамма были значительными. В машине Сименса ток получался во вращающемся якоре, что приводило к изнашиванию коллекторно-щеточного механизма и искрению из-за сравнительно высокого напряжения в цепи. В машине Грамма обмотки, в которых наводились ЭДС, неподвижны, но они имели кольцеобразную форму, что вносило немалые неудобства при изготовлении машины или исправлении поврежденных обмоток.

Генераторы Яблочкова не препятствовали увеличению их размера и мощности, как система Грамма. Можно было, не останавливая машину, выключить поврежденную катушку, вынуть ее и заменить другой. По сути, это были двухфазные синхронные машины с электрически несвязанными обмотками. Многофазный генератор с электрически связанными обмотками Яблочков построить сразу не решился. Он хотел совместить в одной машине несколько отдельных генераторов, в конце концов получилось четыре. Это был первый многофазный генератор переменного тока, примененный на практике для питания отдельных групп свечей и допускающий дробление света. Расположение полюсов на роторе, устройство неподвижного якоря (статора), подвод тока к обмотке возбужде-

ния посредством щеток и двух колец сохранились в синхронных машинах и в настоящее время.

На Всемирной Парижской выставке 1878 года система электрического освещения Яблочкова была полностью закончена для ее практического употребления и имела огромный успех. Его свечи и каолиновая лампа привлекали всех посетителей выставки. Работами русского изобретателя заинтересовалась Парижская академия наук, образовавшая комиссию, в состав которой вошли знаменитые ученые А. Сен-Клер-Девиль, Э. Беккерель, П. Бертело и др.

Было установлено, что Яблочков добился полнейшего дробления, постоянства и возможности разделения электрического света во всех пропорциях: малых, средних и больших. В «Известиях Парижской академии наук» сообщалось: «Свеча Яблочкова вызвала в Париже, как и, впрочем, в других местах, целое движение в пользу электрического освещения. Ей безусловно мы обязаны тем, что электрическое освещение стало обычным способом. По справедливости в истории возникновения электрического освещения ей нужно отвести очень заметное место, которого она вполне заслуживает».

Имя изобретателя сделалось известным всему миру. Однако и здесь на выставке он вел упорную и успешную полемику с ополчившимися на него многочисленными недоброжелателями (в основном с представителями газовых компаний). Ему приходилось опровергать их ложные измышления о недостатках изобретения.

Выставку посетил Великий князь Константин Николаевич (второй сын императора Николая I), генерал-адмирал (высший военно-морской чин), стоявший во главе Морского ведомства. Он, увлекшись изобретениями и идеями Яблочкова, предложил ему финансовую помощь и содействие к перенесению деятельности в Россию.

НОЧНОЕ ОРУЖИЕ ВОЕННЫХ КОРАБЛЕЙ

Став знаменитым и очень богатым (имел репутацию миллионера), в 1878 году Яблочков, предварительно расплатившись с кредиторами в России, вернулся на родину. Его всюду приглашали, в газетах и журналах ему посвящались статьи, везде продавались портреты. Он совместно с поклонниками элек-

трического освещения, среди которых были промышленники, финансисты и военные, учредил в Санкт-Петербурге акционерную компанию «Товарищество электрического освещения и изготовления электрических машин и аппаратов П. Н. Яблочков-изобретатель и Компания». Был заключен договор с Санкт-Петербургским электромеханическим заводом на Обводном канале об изготовлении свечей и других деталей. За право эксплуатации своих изобретений в России ученому пришлось выкупить французские патенты № № 112024, 115793 и 120684, заплатив парижской компании чрезмерно высокую цену их акциями, которые приносили ему большой доход. Этот благородный и патриотический поступок затем тяжело отразился на его материальном положении.

Впервые в России электрические свечи были установлены в Кронштадте. 11 октября 1878 года они осветили казармы учебного экипажа и площади перед домом командира морского порта. В ноябре их свет достиг Зимнего дворца, а весной следующего года военные корабли «Петр Великий» и «Вице-адмирал Попов» вышли в море, освещенные прожекторами. Эти системы освещения изобретатель готовил особенно тщательно, поскольку удача могла привлечь морское министерство, важного заказчика.

Удачно было выполнено освещение Дворцового и Литейного мостов через Неву, ряда заводов (Балтийского, Обуховского, Ижорского и др.), переборочной мастерской Охтенского капсюльного завода (позволило улучшить условия труда), богатых особняков, некоторых ресторанов и прочих крупных объектов столицы России. Затем восемь шаровых светильников засияли на площади перед Александринским театром в Санкт-Петербурге.

С весны 1879 года товарищество «Яблочков-изобретатель и К^о» начало сооружать установки электрического освещения в Москве, Подмоскowie, Ораниенбауме (ныне Ломоносов в Ленинградской области), Киеве, Нижнем Новгороде, Гельсингфорсе (ныне Хельсинки, столица Финляндии), Одессе, Харькове, Николаеве, Брянске, Архангельске, Полтаве, Красноводске, Екатеринодаре (ныне Краснодар), Саратове и других городах Российской империи.

Но наибольшее число фонарей с электрическими свечами было установлено на воен-

ных судах и в портах Балтийского и Черного морей, на заводах военного и военно-морского ведомств. Пресса Великобритании того времени писала, что успех русских в борьбе с турецким флотом, во главе которого стоял адмирал Гобарт-паша, во многом предопределило умелое применение на русском флоте электроосветительных установок.

Изобретатель везде был техническим руководителем при разработке планов, проектов, монтаже и наладивании системы электрического освещения. И снова ему, как и за границей, пришлось выдерживать конкуренцию с могущественными газовыми компаниями, которые стремились через своих сторонников дискредитировать благое дело. Петербургская Городская дума, как только истек срок контракта на электрическое освещение Литейного моста, отказалась его продлевать. Яблочкову пришлось многократно выступать в защиту своих идей и полемизировать с их противниками. Он говорил о световых качествах и простоте свечей, настаивал на том, что с их помощью ему удалось решить вопрос о дроблении света и тем самым сделать электрическое освещение конкурентоспособным с газовым. Все это отнимало много сил и времени.

2 апреля 1879 года Яблочков сделал доклад «Об электрическом освещении» в Русском техническом обществе (РТО). Через 10 дней им здесь же была прочитана публичная лекция с многочисленными демонстрациями. 14 апреля Павла Николаевича наградили именной медалью РТО.

В том же году Яблочков взял французскую привилегию на электростатический генератор для получения переменного или выпрямленного тока. Машина состояла из ряда дисков с острыми зубцами по окружности, укрепленными на вращающемся валу. Зубцы входили в соответствующие промежутки между рядом неподвижных заряженных дисков. Заряды, наводимые в подвижных дисках, передавались во внешнюю цепь. Над этими типами генераторов работают и современные конструкторы.

30 января 1880 года в Санкт-Петербурге на первом учредительном собрании электротехнического (VI) отдела РТО он стал непременным членом общества и был избран «кандидатом в председатели» (заместителем председателя). Совместно с В. Н. Чиколевым,



Д. А. Лачиновым и А. Н. Лодыгиным изобретатель в 1880 году инициировал создание одного из старейших российских технических журналов «Электричество». В 1880-1882 годах Яблочков вместе с Чиколевым делил пост первого главного редактора этого издания.

Первую в мире сугубо электрическую выставку (за год до будущей парижской) организовали по инициативе Павла Николаевича в 1880 году в Санкт-Петербурге, спустя несколько месяцев после учреждения VI отдела РТО. Освещала выставку, естественно, система Яблочкова. По стенам были развешены схемы и объяснительные рисунки, поясняющие способы соединения свечей в фонарях и фонарей между собой, другие особенности проводных сетей. Экспонировались принадлежности для электрического освещения (подсвечники, матовые шары, кронштейны и т. п.) и измерительные приборы, изготовлявшиеся заводом акционерного общества «Яблочков-изобретатель и К^о». Это были первые электротехнические измерительные приборы не только в России, но и мире. Тут же демонстрировались динамоэлектромашин (генераторы) для питания свечей.

В связи с применением переменных токов для питания свечей Яблочкова в 1880 году возник вопрос о влиянии электрических проводов на связь. Электротехнический отдел и созданная по его инициативе особая комиссия, в которую входил и Яблочков, проведя ряд опытов, пришли к заключению, что даже при весьма небольшом расстоянии индуктивное действие токов на провода связи столь незначительно, что оно не влияет на работу телеграфных аппаратов и реле и едва чувствуется телефонами. Это заключение имело в то время громадное значение, оно успокоило министерство внутренних дел, ведавшее электрическими сооружениями, и телеграфную администрацию, от которых зависело разрешение на прокладку проводов для электротехнических целей.

ОРДЕН ПОЧЕТНОГО ЛЕГИОНА

В конце 1880 года из-за недостатка денежных средств, плохих технических и промышленных условий и отношений высших полицейских властей с Великим князем Константином Николаевичем, на которого верхи смотрели недоброжелательно, Яблочков бедным опять переехал в Париж. И сразу приступил к подготовке первой (официаль-

ной, в отличие от петербургской) международной электротехнической выставки, которая открылась 1 августа 1881 года. На ней вновь демонстрировалось электрическое освещение по системе Яблочкова с применением переменного тока, трансформаторов, конденсаторов и свечей. Его изобретения получили внеконкурсную высшую оценку жюри. Но выставка явилась триумфом лампы накаливания, изобретенной в России Лодыгиным и доведенной до товарного продукта Эдисоном в США. Она могла гореть 800–1000 часов без замены, ее можно было много раз зажигать и гасить.

В 1877 году русский морской офицер А. Н. Хотинский принимал в Америке крейсера, построенные по заказу России. Он посетил лабораторию Эдисона и передал ему лампу накаливания Лодыгина и свечу Яблочкова со схемой дробления света. Эдисон внес некоторые усовершенствования и в ноябре 1879 года получил на них патент как на свои изобретения и наладил их массовое производство. Яблочков выступил в печати против американца, заявив, что он украл у русских не только их мысли и идеи, но и их изобретения. Патент Эдисона в США судом был аннулирован. И тем не менее производство ламп никто не отменил.

Между тем, Яблочкову довелось участвовать в работе первого международного конгресса электриков, проходившего в 1881 году в Париже во Дворце Елисейских полей (ныне резиденция президента Франции) и установившего систему практических электрических единиц. Участие в конгрессе и выставке послужило поводом отметить выдающиеся заслуги Павла Николаевича в электротехнике, ему был вручен французский орден Почетного легиона.

В январе 1882 года VI отделом РТО в Санкт-Петербурге была организована вторая электрическая выставка. На ней поместили все экспонаты Русского отдела Парижской международной электрической выставки и дополнительно — каолиновые лампы Яблочкова и его трансформаторы. Демонстрировались опыты питания ряда свечей от общего генератора переменного тока посредством трансформаторов.

В том же году освещение парижского проспекта Оперы электрическими свечами заменили на газовые горелки. За границей был выпущен дуговой фонарь с дифференциаль-

ным регулятором под именем лампы Гефнера-Альтенка. Переход к более мощным лампам накаливания с вольфрамовой нитью, созданных Лодыгиным, сузил область применения и дуговых фонарей. У электрической свечи из-за невысокого срока службы, неуправляемости характеристик, отсутствия мобильности и возможности регулирования оказались серьезные соперники, и она, поначалу вызвав бурный рост электротехнической промышленности во всем мире, спустя пять лет после этого окончательно уступила позиции лампе накаливания.

Кстати говоря, дуговая угольная лампа до сих пор применяется в прожекторах, кино-проекторных аппаратах и мощных облучательных установках. Поиск более эффективных средств оптического излучения вернул к дуговым лампам, но работающим уже на иных принципах. Начиная с 30-х годов XX века получили распространение созданные под руководством академика С. И. Вавилова источники света, в которых используется излучение, возникающее при электрическом разряде в инертных газах или парах металлов (в основном ртути, натрия). Сейчас наиболее широко для освещения помещений, сооружений, в копировальных аппаратах, световой рекламе применяются экономичные ртутные лампы низкого давления (люминесцентные). При подключении лампы к источнику переменного тока между ее электродами возникает электрический ток, возбуждающий ультрафиолетовое свечение атомов ртути, которое вызывает свечение люминофорного слоя. Световая отдача и срок службы люминесцентных ламп в несколько раз больше, чем ламп накаливания того же назначения.

Ртутные лампы высокого давления состоят из внутренней кварцевой «горелки» и внешней стеклянной колбы. В лампе типа ДРЛ ультрафиолетовое излучение переводится в видимую область посредством люминофора, нанесенного на внешнюю колбу. В ней 4-электродная горелка помимо ртути заполнена смесью инертных газов (аргон + 1% неон), обеспечивающей минимальное значение напряжения при возникновении вспомогательного и основного разрядов. Вспомогательные электроды в ДРЛ осуществляют функцию поджига основного разряда, благодаря которому лампы до 400 Вт могут зажигаться при температуре выше -25°C от сете-

вого напряжения 220 В без дополнительных импульсных устройств.

Металлогалогенные лампы типа ДРИ имеют высокую световую отдачу (90 лм/Вт), но не могут работать без импульсного зажигающего устройства.

Изобретение прозрачной керамической оболочки из поликристаллической окиси алюминия с рабочими температурами $1500\text{--}1600^{\circ}\text{C}$ позволило создать высокоинтенсивные натриевые источники света ДНаТ. В них поджигающим газом служит ксенон, а буферным — пары ртути. Качество цветопередачи улучшается повышением содержания паров ртути или введением других элементов. Светоотдача у ламп 140 лм/Вт. Самые новейшие виды — высокоинтенсивные серные источники света.

Массовое применение получили мобильные и регулируемые полупроводниковые светильники со светодиодами, которые излучают белый, оранжевый, желтый, зеленый, синий, голубой, красный света и еще экономичнее и долговечнее, чем люминесцентные лампы. Источники излучения на основе светодиодов имеют хорошие эксплуатационные характеристики: не боятся изменений давления, механических нагрузок и температуры окружающей среды (работают от -55°C до 85°C), отличаются большим сроком службы (до 50000 часов), надежностью, экологичностью, компактностью, простотой схемы включения, электробезопасностью. Для увеличения мощности и улучшения светопередачи светодиоды собирают в модули.

ПАТЕНТ НА АВТОАККУМУЛЯТОР

В 1882 году Яблочков подал патентную заявку на динамомашину, отличающуюся тем, что с целью увеличения ЭДС при той же скорости вращения у нее оси статора (неподвижной системы катушек) и ротора (подвижной системы обмоток) наклонены к оси вращения.

Запатентованный им в том же году электродвигатель был рассчитан на очень малое число оборотов, необходимость в котором вызывалась тем, что употреблявшиеся в то время механизмы были приспособлены к тихоходным паровым машинам. Потом он изобрел электродвигатель под названием клиптический, способный работать при питании постоянным и переменным напряже-





нием, и генератор переменного тока с наклонными пазами. Ныне в синхронных генераторах также применяется скоос пазов на величину зубцового деления.

Наличие пазов на статоре электрической машины искажает кривую магнитного поля в воздушном зазоре между якорем (статором) и индуктором (ротором), поскольку силовые линии стягиваются на зубцы. На основную гармонику магнитного поля полюсов и пазов как бы накладываются дополнительные гармоники, называемые зубцовыми. В электрических машинах с целым числом пазов на полюс-фазу происходит многократное увеличение ЭДС тех высших гармоник, которые индуктируются гармониками магнитного поля близкого или кратного к количеству зубцов на пару полюсов. При указанном значении скоос пазов ЭДС от зубцовых гармоник магнитного поля значительно ослабляются, а ЭДС, наводимая в проводниках обмотки якоря от основной гармоники, уменьшается только примерно на 1% из-за незначительного скоос пазов.

Электрические машины Яблочкова не получили распространения, потому что у изобретателя не оказалось достаточных материальных средств, чтобы наладить их промышленное производство. Он не умел, как Эдисон, пускать свои разработки в промышленный оборот с расчетом использовать полученные материальные средства для продолжения исследований, изготовления устройств, экспериментирования и внедрения их в практику.

Яблочков занимался разработкой и новых гальванических элементов. Сначала он стремился получить электрическую энергию путем непосредственного расходования угля в гальваническом элементе, минуя применение паровой машины. Электролитом служила расплавленная селитра (нитрат аммония), залитая в чугунный цилиндр и являвшаяся в то же время источником кислорода для горения угля и деполяризатором. В цилиндр опускалась проволочная корзина с коксом, который становился катодом. Внесение в селитру солей некоторых металлов позволяло регулировать интенсивность процесса горения. Этот сухой элемент давал ток, превосходящий ток применявшегося тогда жидкостного гальванического элемента Р. В. Бунзена.

В другом элементе Яблочкова источником кислорода являлась вода. Позднее изобрета-

тель перешел к элементам, в которых вместо угля применялся натрий или другие сильно окисляющиеся щелочные металлы. Они не требовали присутствия жидкости и были им названы «сухими элементами». Их действие основывалось на окислении натрия при комнатной температуре. Натрий, служащий катодом, в этом случае отделен от угля или другого проводника пластинкой пористого изолятора. Кислород воздуха, окисляющий натрий, проникал к нему через пористый анод и пористый изолятор. Задняя поверхность натриевой пластинки была покрыта слоем лака, препятствующим непосредственному окислению ее воздухом. Элемент с натрием прошел несколько различных модификаций.

Работы с химическими источниками тока оказались опасными для жизни. В 1884 году при проведении экспериментов с натриевой аккумуляторной батареей мощностью 40 лошадиных сил (29,44 кВт) от воспламенения водорода произошел взрыв, перешедший в пожар. Окна в лаборатории были выбиты, комната наполнилась газом. Изобретатель чуть не погиб, он стал задыхаться от продуктов горения и уже лежал без сознания с опаленной бородой, когда к нему пожарные Парижа пришли на помощь.

Вредным процессом в гальванических элементах является поляризация анода, представляющая собой накопление около него водорода, который мешает прохождению тока. Яблочков воспользовался поляризацией анода для создания особого трех-электродного элемента. В центральной части этого цилиндрического элемента катодом служил сильно окисляющийся штабик из натрия, анодом — сравнительно слабо окисляющийся цинковый цилиндр. Во внешней части того же элемента анодом был неокисляющийся уголь, катодом — цинк. Уголь постоянно поляризовался, но вместе с тем поглощал кислород из воздуха, что приводило к непрерывному уничтожению поляризации путем соединения кислорода с поляризующим уголь водородом. Этот тип гальванического элемента Павел Николаевич назвал «автоаккумулятором» и запатентовал в 1885 году. Тогда же он представил доклад о принципах действия этого элемента в Парижскую Академию наук. Его автоаккумулятор явился прототипом предложенных позднее гальванических элементов с «воздушной деполяризацией».

Появление электрического освещения по системе Яблочкова вызвало к жизни электрические блок-станции для одного дома (без передачи энергии на большие расстояния). Первая такая станция была создана в 1876 году в Париже, а в 1879 году — в Санкт-Петербурге для освещения Литейного моста (при участии изобретателя), в 1882 году — в Москве в Лубянском пассаже.

В 1885 году ученый предложил централизованное производство электрической энергии и метод ее передачи на расстояние при помощи высоковольтного переменного тока. Он рекомендовал для повышения напряжения пользоваться индукционными катушками. Через шесть лет передачу на 175 км электрической мощности свыше 75 кВт с повышением трансформаторами напряжения до 15 кВ осуществил российский инженер Доливо-Добровольский, создав трехфазную систему переменного тока. Идея Яблочкова о централизованном производстве и распределении электрической энергии после этого стала претворяться в жизнь, началось строительство электростанций переменного тока.

На третьей отечественной электрической выставке, открывшейся в январе 1885 года, завод Яблочкова экспонировал свои лампы накаливания мощностью 45 Вт и аккумуляторы. За них предприятие получило высшую награду, медаль РТО.

В 1887 году изобретателю выдан патент на метод гальванической деполяризации. В последних типах разработанных им гальванических элементов он лужением цинкового катода боролся с его засорением окисью цинка. Засорение пор угля было устранено устройством элемента из тонкой деревянной перегородки с очень малыми пористыми отверстиями, не пропускающими засоряющие частицы солей к углю, и механической подачей в него под давлением газов. Впоследствии деревянные сепараторы нашли применение в конструкциях свинцовых кислотных аккумуляторов.

ЧЕЛОВЕК ВЫСОКОГО РОСТА

В 1889 году Яблочков был членом жюри по классу XV (точная механика, научные приборы), председателем русского комитета и устройтелем русского электротехнического отдела Парижской выставки. Экспонирова-

лись его свечи в количестве 166 экземпляров, демонстрировалось применение трансформаторов и были показаны наиболее совершенные варианты системы электрического освещения со свечами. Но практических последствий для него это уже иметь не могло.

На выставке ученый познакомился с ювелиром из Голландии, который сообщил ему о возможности обогащения на разности в цене белых и желтых бриллиантов, добываемых в Капской колонии Великобритании (ныне провинция в ЮАР на крайнем юго-западе Африканского континента), если будет найден способ обесцвечивания последних. Нуждавшийся в материальных средствах для своих основных работ, Павел Николаевич стал проводить опыты обесцвечивания желтых бриллиантов хлором при высокой температуре.

Теперь известно, что хлор является ядовитым газом. Он раздражает слизистые оболочки и дыхательную систему. Вступает в реакцию с влагой человеческого тела с образованием соляной HCl и хлорноватистой HClO кислот, а при высоких концентрациях вызывает спазмы мускулов гортани и опухоли слизистых оболочек, что приводит к удушью. При нагревании на свету происходит моментальная реакция хлора с водородом (смесь этих газов взрывоопасна). В нагретом состоянии хлор легко взаимодействует с органическими веществами, образуя хлористый водород, хлорорганические соединения (с предельными и ароматическими углеводородами) и углерод (с непредельными углеводородами), который выделяется в виде сажи.

Хлор имеет резкий запах и токсичен, относится ко второму классу опасности вредных веществ. Предельно допустимая концентрация (ПДК) этого газа в воздухе рабочей зоны в настоящее время равна 1 мг/м³. Люди быстро теряют способность определять запах хлора в малых концентрациях, поэтому значения этого газа, превышающие пороговые, могут не поддаваться немедленному обнаружению. Трехкратное превышение ПДК хлора при длительном вдыхании воздуха вызывает ослабление легочной функции, а пятикратное приводит к заболеванию бронхов и создает предрасположенность к туберкулезу. Острая интоксикация хлора вызывает раздражение слизистых оболочек глаз, носа, гортани,





распространяемое на грудную клетку и сопровождаемое глущей болью. Начинается рефлекторный кашель, иногда сильный, приводящий к рвоте. Вдыхание большого количества хлора приводит к отеку легких, падению кровяного давления и остановке сердца через несколько минут.

При проведении экспериментов Яблочков хлором сжег слизистую оболочку легких и с тех пор стал задыхаться. Потом стали опухать ноги. Многолетняя усиленная работа, душевные волнения, вызванные неудачей любимого дела, привели к двум последовавшим подряд инсультам.

Поправившись, Павел Николаевич в декабре 1892 года возвратился в Россию. В Санкт-Петербурге его встречали холодно, точно он мало кому был известен. Изменилось отношение предпринимателей к нему и его идеям. На изобретателя банкиры стали смотреть как на неудачника, которому рискованно доверять деньги. Он опять сильно заболел, очень мучился грудной болезнью и кашлем. Чувствовались усталость, последствия отравления хлором, взрыва натриевой аккумуляторной батареи и перенесенных инсультов.

Яблочков решил поправить здоровье в родных местах с сухим и теплым климатом и выехал в Аткарский уезд Саратовской губернии, где близ села Колено находилось доставшееся ему по наследству небольшое имение Двоенки. Побыв в нем недолго, он вначале переехал в Сердобский уезд, к старшей сестре, поместье которой находилось в селе Иваново-Кулики, а затем в конце ноября 1893 года в Саратов, намереваясь заняться научными исследованиями.

Но его здоровье все ухудшалось. Затруднялось дыхание, слабело сердце, что повлекло за собой водянку (скопление жидкости в полостях тела, подкожной клетчатке ног и других тканях). Ноги совсем опухли и почти не двигались. Перестал выходить на прогулки, хотя и раньше не любил гулять из-за роста 2 аршина и 14 вершков (около 2 м), поскольку обращал на себя, как ему казалось, чрезмерное внимание.

Всеми забытый, почти без средств к существованию знаменитый изобретатель, впервые в мире внедривший в практику электрическое освещение, доживал по-

следние дни. 31 (19 — по старому стилю) марта 1894 года в возрасте 46 лет он скончался. Его похоронили на окраине села Сапожок Сердобского уезда Саратовской губернии, в ограде приходской Михайло-Архангельской церкви в фамильном склепе.

Много бумаг, записок и заметок Яблочкова пропало бесследно. О многих его начинаниях в воздухоплавании, по поводу механической тяги на дорогах (была взята им привилегия на электромобиль) сохранились только предания. Про изобретателя первого трансформатора, утвердившего электрический свет в умах людей, вначале забыли и вспомнили лишь тогда, когда между американскими и европейскими фирмами начались споры о патентах.

Именно так, в небескорыстных судебных дискуссиях, был установлен, между прочим, приоритет Яблочкова в изобретении вторичного генератора тока (трансформатора), позволившего создать современные электрические сети. Кто эксплуатирует этот приоритет — вопрос, скорее всего, «праздный». Но в наши дни суммарная мощность трансформаторов повышающих и понижающих подстанций почти в 10 раз превышает общую установленную мощность синхронных генераторов электрических станций. Факт красноречивый. Самодостаточный.

В конце 30-х годов прошлого века церковь в их приходе была разрушена. Пострадал и склеп Яблочковых. Накануне 100-летия ученого по заданию президента АН СССР С. И. Вавилова юбилейная комиссия после длительных поисков и опроса местных жителей в Сердобском районе Пензенской области и Ртищевском районе Саратовской области и изучения материалов в Саратовском областном архиве нашла его могилу. На ней в 1952 году установили Павлу Николаевичу Яблочкову памятник-монумент.

ЛИТЕРАТУРА

1. Забаринский П. П. Яблочков. — М.: Молодая гвардия, 1938. — 172 с.
2. Белькинд Л. Д. Павел Николаевич Яблочков. 1847—1894. — М.: Изд-во АН СССР, 1962. — 269 с.
3. Шателен М. А. Русские электротехники XIX века. — М.: Госэнергоиздат, 1955. — 432 с.
4. Веселовский О. Н., Шнейберг Я. А. Очерки по истории электротехники. — М.: Изд-во МЭИ, 1993. — 252 с.