



Дугой он резал рельс



Николай ГРИГОРЬЕВ

Nickolay D. GRIGORIEV

Этот человек оставил ярчайший след в истории мировой электротехники, не будучи дипломированным специалистом в той области, где им сделано свыше 200 изобретений. Он строил пароходы и другие транспортные средства, своими открытиями совершил переворот в машиностроении, кораблестроении, железнодорожном деле. К 170-летию со дня рождения Николая Бенардоса.

Ключевые слова: Николай Бенардос, электросварка, транспорт, изобретения, история техники.

Григорьев Николай Дмитриевич — кандидат технических наук, доцент кафедры «Электротехника, метрология и электроэнергетика» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ).

Русский изобретатель, основоположник дуговой электрической сварки, наплавки и резки металлов Николай Николаевич Бенардос родился 8 июля (26 июня по старому стилю) 1842 года. Событие это произошло в деревне Бенардосовка Елисаветградского уезда Херсонской губернии (ныне село Мостовое Братского района Николаевской области Украины) в семье отставного военного. Его отец Н. П. Бенардос участвовал в Крымской войне 1853–1856 гг., вышел в отставку в чине полковника. Дед П. Е. Бенардос участвовал в походах А. В. Суворова в войне России с Турцией, отличился при взятии Измаила. Будучи в чине генерал-майора, в Отечественной войну 1812 года командовал полком.

Детство мальчика прошло в имении родителей. Он получил домашнее начальное образование, а в мастерских отца, где проводил целые дни, овладел навыками работы слесаря и кузнеца.

В 1862 году юноша поступил на медицинский факультет Киевского университета Святого Владимира. Во время обучения на врача им было сделано первое известное изобретение: избавил от зубной

боли своего денщика с помощью серебряной «пугови» (пломбы). В 1866 году он перевелся в Петровскую земледельческую и лесную академию в Москве по отделу сельскохозяйственных наук. В том же году студент создал проект плуга с вращающимся отвалом с целью уменьшения до минимума трения с земельным пластом. Весной 1867 года он получил в академии отпуск до осени и уехал в Париж на Всемирную выставку в надежде на реализацию своих планов в области изобретательства. Там познакомился с П. Н. Яблочковым и другими общепризнанными учеными электротехниками того времени. Заодно совершил ознакомительные поездки в Испанию, Великобританию и Германию.

ПАРОХОДУ ПОНАДОБИЛАСЬ СВАРКА

В 1869 году Бенардос бросает учебу в академии и принимается за постройку помещичьей усадьбы «Привольное» на лесных землях недалеко от населенного пункта Лух, перешедших к нему от матери, в Юрьевецком уезде Костромской губернии (ныне Лухский район Ивановской области). При усадьбе им были созданы хорошо оборудованные кузница, слесарная, механическая и деревообделочная мастерские. На этой базе он совместно с местными кузнецами конструировал, совершенствовал и изготавливал сельскохозяйственный инвентарь и бытовую технику. Здесь были изобретены: копательная машина, железный углубитель, сеялка в разброс, упряжка для волов, водоподъемный насос без цилиндра и поршня, пневматическая поливалка, жатвенная машина (жатка-косилка), машинка для насечки мельничных жерновов, ветряной двигатель, дранестрогальная машина, приборы для охлаждения воздуха и просушки стен в жилом помещении, переносные складные балкончики для мытья окон, механическая прачечная (стиралка-выжималка, первая стиральная машина), станки для обработки металла и дерева, паровая кастрюля (прообраз современной скороварки), керосиновый самовар, трехколесный велосипед, цифровые замки для сейфов и др.



Николай Бенардос

В 1873 году Бенардос начал строить колесный пароход с поворотными лопастями на катках в подводной части в виде вращающихся с осями полых цилиндров. Судно должно было преодолевать речные перекаты, мели и обходить мельничные плотины, разные препятствия на суше по рельсовому пути, подходить к товарным складам, а также соединять две водные системы, где проведение канала по местным топографическим условиям невозможно. Весной 1877 года у Болдыревой пустыни, в трех км от Лух, судно спустили на воду. Вся модель была построена из дерева с немногими металлическими креплениями.

Размеры парохода следующие: длина — 12 аршин (8,5 м), ширина — 6,5 (4,6 м), высота от ватерлинии до верхней палубы — 4,5 аршина (3,2 м). Было установлено два цилиндра диаметром 3 аршина (2,4 м) и длиной 6 аршин (4,9 м). При полном грузе с экипажем из 10 человек конструкция весила 600 пудов (9828 кг), имела осадку в 16 вершков (0,71 м).

Судно по болотистым несудоходным рекам Лух и Клязьма проделало трехсоткилометровый путь в Юрьевецком и Гороховецком уездах Костромской и Владимирской губерний до г. Гороховец. Гребные колеса приводились в движение паровой





машиной, а цилиндры при переходах мелей — ручными лебедками людьми, находившимися на палубе. Во время плавания было беспрепятственно пройдено множество мелей в 2 вершка (0,089 м) и менее глубиной, две мельничные плотины при значительном подъеме их склонов. Приходилось переходить опрокинутые стволы деревьев и другие препятствия, выступающие над поверхностью воды. Затем пароход-вездеход доставили в Санкт-Петербург. Но новый вид транспорта не нашел применения, был продан на слом и разобран на дрова. Однако идея изобретателя избежать устройства шлюзов впоследствии воплотилась в виде подъемно-транспортных сооружений, при помощи которых суда поднимались и перевозились по рельсовым путям из одного бьефа реки в другой.

В феврале 1877 года Бенардос сконструировал снаряд для перевозки дров и других тяжестей. Ряд землевладельцев завели его в своих хозяйствах. На это изобретение ему был выдан патент, прислана благодарность из Сельскохозяйственного музея Санкт-Петербурга.

При постройке парохода Бенардосу приходилось соединять кузнечной сваркой и клепкой крупные металлические детали путем ихковки молотом с предварительным разогревом. Но в его мастерских не было больших нагревательных печей. Николай пробовал греть кромки деталей вольтовой дугой. Иногда, еще до проковки молотом, металл оплавлялся и соединял небольшие участки. Для того чтобы получить деньги, необходимые для продолжения экспериментов по электрической сварке металлов, он был вынужден продать значительную часть своих земель, заложить усадьбу, оставить имение на управляющего и в 1879 году переехать в Санкт-Петербург.

ДУГА И РЕЛЬС

С идеей соединять металлы вольтовой дугой Бенардос в 1880 году поступил на работу в электротехнический отдел завода при товариществе «Яблочков-изобретатель и Компания», где трудились многие отечественные ученые и электротехники. Общение с ними оказалось весьма полезным для его научно-технической деятель-

ности. На заводе он изобрел подсвечник для свечи Яблочкова с автоматическим переключением тока, дуговую лампу, машину для изолировки кабеля и оплетки проводов, коммутаторы, реостаты, в том числе водяной реостат.

Бенардос принимал участие в распространении в России электрического способа освещения. С этой целью он по поручению завода совершил поездку в Закаспийскую область (ныне территории Средней Азии, примыкающие к Каспийскому морю). Руководство предоставляло ему возможность проводить опыты по соединению металлов с помощью теплавольтовой дуги. В самом начале 1881 года в усадьбе «Привольное» им была выполнена дуговая электросварка свинцовых пластин аккумуляторов.

Весной 1881 года Бенардос в качестве сотрудника фирмы Яблочкова отправился в Париж на Международную электрическую выставку. Для подготовки экспозиции Яблочков определил его в экспериментальную лабораторию при журнале «Электрисьен», содиректором которой был русский физик Н. Н. Кабат. Здесь Николай стал экспериментировать с осветительной техникой (лампами накаливания) и изобрел новый тип гофрированных аккумуляторов.

Пластины в аккумуляторах Бенардоса состояли из свинцовой рамы, к которой электрическим способом несколько наклонно были приварены свинцовые полосы по очереди прямые и волнистые. Пластины помещались, как в обычных аккумуляторах, в сосуды с раствором серной кислоты. Благодаря своеобразному устройству пластин электролит касался большой поверхности свинца и свободно циркулировал между пластинами. Кроме того, части пластин могли свободно расширяться и сокращаться при заряде и разряде. Все эти обстоятельства делали пластины очень выносливыми по отношению к сильным разрядным токам.

Так как при сварке дуга не сохраняет постоянной длины, то сила питающего ее тока меняется резкими скачками, что отзывалось на работе аккумуляторов. Усовершенствованные аккумуляторы, подключаемые изобретателем последовательно или параллельно в зависимости

от силы тока, оказались пригодными для его основного изобретения — способа электросварки, названного им «Электрогефест» в память о деде по отцовской линии, греке по происхождению. Гефест — в древнегреческой мифологии сын Зевса и Геры, бог огня, покровитель кузнечного ремесла.

Металл расплавлялся дугой, горящей между угольным электродом, подключенным к отрицательному полюсу источника тока, и свариваемым изделием, расположенном на рабочем столе с чугунной плитой, подключенной к положительному полюсу. Электрод был закреплен в специальном держателе, снабженном щитом и темным стеклом для защиты руки, глаз и лица от лучей электрической дуги. Характерной особенностью этого способа явилось то, что при электросварке вольтова дуга возбуждалась между обрабатываемым металлом и углем. Промежуточный прибор, как в способах Вальпера и Сименса, не требовался. Тепловой эффект был сосредоточен в точках, между которыми образуется вольтова дуга. При этом положительный электрод накалялся значительно сильнее отрицательного. В самой дуге отделялось сравнительно мало теплоты. Благодаря этой особенности «Электрогефест» существенно отличался от способа Жамена, который предполагал употреблять для сварки пламя своей электрической свечи, то есть главная часть энергии батареи пропадала.

Вначале Бенардос в лаборатории Кабата демонстрировал электрическую сварку свинцовых пластин неплавящимся электродом. Так как результаты опытов оказались удовлетворительными, то он затем применил новый способ сварки теплом электрической дуги для прочного неразъемного соединения других металлов между собой, разъединения и разрезания металлов на части, сверления или производства отверстий, полостей и наплавки слоями.

От желающих посмотреть, как изобретатель соединяет металлы, продельывает в них отверстия и разрезает рельсы, не было отбоя. Опыты производили необычайное впечатление на зрителей. При сваривании двух железных листов встык он электродом касался шва сложенных кра-

ями металлов. В то же мгновение из угля с взрывом вырывалась голубоватая электрическая дуга около 3/8 дюйма (9,5 мм) толщиной, окруженная широким желтым пламенем и по временам достигающая длины два с половиной дюйма (62,25 мм). Управляемая его рукой дуга мгновенно плавилась то место, к которому она прикоснулась, испуская ослепительный свет и разбрасывая снопы мелких искр. Изобретатель проводил дугой вдоль всего шва. Жидкое железо протекало в скважину между листами и соединяло их. Для проплавки дыр целый металлический рельс он укладывал не на рабочий стол, а на особый штатив и соединял с положительным полюсом батареи, затем подводил под него отрицательный угольный электрод и удерживал на одном месте. Железо плавилось и стекало вниз. Рельс проплавлялся насквозь и пламя пробивалось через него наружу. Затем угольный электрод им переносился наверх, вставлялся в отверстие и сглаживался верхний его край. Когда Бенардос вел электрод под рельсом, то вместо отверстия получалась длинная щель и от рельса отрезалась часть металла.

За «способ соединения и разъединения металлов непосредственным действием электрического тока», ставший главным экспонатом Парижской международной электротехнической выставки 1881 года, он получил золотую медаль и мировое признание. В русской технической литературе того времени его называли «гигантом колыбели».

В 1882 году Бенардос был приглашен в Барселону, где строилась аккумуляторная электростанция. Он установил там крупную аккумуляторную батарею собственной конструкции, пользуясь для соединения свинцовых пластин дуговой электросваркой угольным электродом.

НЕ ПАТЕНТОМ ЕДИНЫМ

В результате напряженного труда при финансовой поддержке предприятия Яблочкова Бенардос продолжил совершенствовать изобретенный им способ дуговой электросварки с целью доведения своего способа до возможности промышленного применения. Он в 1884 году создал и отработал системы многопостовой сварки, а к лету следующего года ему



удалось разработать в деталях технологию сварки стали и чугуна, а также аппаратуру для сварки и регулирования силы тока и напряжения с использованием изобретенных им аккумуляторных батарей и успешно провести испытания.

При сварке стальных листов встык изобретатель проводил дугой вдоль всего шва, который предварительно посыпал мелким песком, служащим для растворения окалины. Толстые листы необходимо было перевернуть и пройти электродом по изнанке шва, потому что жидкое железо не могло сразу проникнуть через глубокую щель. При сварке еще более толстых полос ему приходилось предварительно стачивать вкось их края, чтобы, сложенные вместе, они образовали род желоба. В этот желоб он вкладывал железный стержень, который, будучи расплавлен электрической дугой, заполнял собой как щель, так и желоб и соединял оба куска в одно целое. После очищения окалины самое внимательное обследование не позволяло открыть ни малейшего следа сварки. Железо представлялось сплошным. Так, по сути, изобретатель еще в самом начале развития дуговой электросварки применял флюс в виде песка, которым заранее посыпался шов, а также присадочный материал — стержень, предварительно заложённый в шов.

Если требовалось склепать два листа, то в проплавленные в них отверстия Бенардос вставлял железный цилиндр, выступающий примерно на один дюйм (25 мм) с обеих сторон. Под влиянием вольтовой дуги выступающая часть в 3–4 секунды расплавлялась и расплывалась грибом по листу, образуя головку заклепки. Несколькими ударами молотка он придавал заклепке правильную форму. То же повторялось и с другой стороны. Для увеличения прочности шва ему удалось усовершенствовать технологию за счет предварительного подогрева свариваемых предметов, чем ликвидировалась высокая разность температур соседних мест.

Бенардос не смог сразу в 1881 году запатентовать «Электрогешфест» из-за отсутствия денег на пошлину. Но электротехник де Меритан, прославившийся разработками аккумуляторов, магнето и исследованиями в области органической химии,

специально сваркой никогда не занимавшийся, 24 ноября того года получил французский патент за № 146010 на способ электросварки. Он взял привилегию на голую идею, не сообщив ей никакого практического значения.

Только в 1885 году после доведения своего способа до возможности промышленного применения и когда усадьба «Привольное» была продана с молотка ссудным банком за неуплату долгов, Бенардос смог на оставшиеся деньги подать заявку в департамент торговли и мануфактур России с прошением о выдаче ему привилегии на «способ прочного скрепления металлических частей и их разъединения непосредственным воздействием электрического тока». 31 декабря 1886 года, спустя более пяти лет после изобретения, ему был выдан патент на 10 лет за № 11982 (3622).

В 1887 году французский изобретатель де Монто в журнале «Электричество», в 1976 году А. С. Нанс в статье «Происхождение дуговой сварки» в американском «Welding Journal» пытались оспорить приоритет Бенардоса. И таких, как они, было немало. Причем мотивом претензий чаще всего оставались деньги.

Богатый купец, владелец доходных домов в Санкт-Петербурге и Варшаве С. А. Ольшевский предложил свое финансирование, но при условии, что совладельцем патентов будет и он. Бенардос согласился, и в патентах Финляндии, Франции, Бельгии, Великобритании, Италии, Германии, Швеции, Норвегии, Дании, Испании, Швейцарии, США и Австро-Венгрии совладельцем его изобретения указан Ольшевский.

В 1885 году в Санкт-Петербурге Бенардос совместно с рядом капиталовладельцев основал товарищество «Электрогешфест» по пропаганде, эксплуатации и внедрению своего изобретения, а также по продаже лицензий и проведению консультаций. Товарищество организовало небольшой завод с 40 рабочими, на котором осуществлялись сварочные работы, и показательную мастерскую, где демонстрировались приемы сварки и проводились опыты. *Это было первое в мире специализированное научно-производственное объединение по электросварке, в котором*

изобретатель был одновременно исследователем, конструктором аппаратуры и рабочим-сварщиком.

Бенардос изобрел разные угольные электроды (сплошные, в виде конуса, круга и ряда стержней, изогнутых по дугам кругов разного диаметра и соединенных между собой тонкой перепонкой, и полые, с металлическим стержнем или шихтой, состоящей из металла в измельченном виде с прибавкой флюсов в виде кварца, буры, нашатыря и др.). Его простейший тип электродержателя угольного электрода сохранил свой вид до наших дней. Предложенные им приспособление для формирования шва при вертикальной сварке, осуществляемой снизу вверх, и трубчатые электроды получили позднее свое развитие в Институте электросварки имени Е. О. Патона в Киеве и нашли применение в промышленности и строительстве.

Изобретатель впервые применил электромагнит для закрепления сварных изделий в желаемом положении. Электромагниты широко используются в современной сварочной технике. Им было разработано магнитное управление дугой. Чтобы предотвратить отбрасывание дуги в сторону и сделать ее устойчивой, он создал магнитное поле вокруг нее, используя в качестве электромагнита несколько витков проводника, по которому подается ток к электроду. Для увеличения площади и температуры нагрева и создания защитной среды в зоне сварки Бенардос применил струю газа. Но этот метод спустя почти полвека был назван американцами «способом Александера». В настоящее время сварка в струе аргона, азота и других газов делается во многих отраслях техники.

Для автоматизации процесса электросварки он создал устройство, в котором металлический электрод неподвижен. По мере его плавления подвигается поддерживающая конец электрода тележка с прикрепленным к ней автоматическим регулятором тока и длины дуги. Операция регулируется автоматически и предназначалась для продольных швов листов, труб и цилиндров большого диаметра. Устройство явилось прототипом современных сварочных автоматов.

Впервые дуговая электросварка по способу «электрогешт» применена в 1886 году в Иваново-Вознесенске в кузнечно-котельном отделении Куваевской мануфактуры и на машиностроительном заводе Пономарева.

ОФИЦИАЛЬНОЕ РАЗРЕШЕНИЕ МПС

Железнодорожный транспорт остро нуждался в быстром и сравнительно дешевом способе исправления изношенных, вышедших из строя и изготовления новых деталей. Практиковавшиеся в то время методы соединения металлов с помощью кузнечной сварки и клепки не удовлетворяли потребности производства по производительности и стоимости работ.

Инженеры-путейцы были частыми посетителями мастерской Бенардоса. Он охотно демонстрировал им всевозможные технологические процессы, связанные с «электрогештом»: сварку железных изделий встык и внахлестку, наплавку изношенных шеек паровозных и вагонных осей, сварку изделий из меди и пр. Изобретатель при сварке концов дымогарных труб в решетках паровозных котлов пользовался медью как присадочным материалом, место сварки заформовывал кусками кокса. С 1886 года началось применение дуговой сварки в мастерских железных дорог не только для ремонта, но и изготовления различных металлических изделий.

В Санкт-Петербургском институте инженеров путей сообщения профессор Н. А. Белелюбский открыл первую в России лабораторию по испытанию материалов. Прочность сварки плоского железа встык оказалась около 80%, а круглого — от 75 до 99% основного металла, а в одном случае разрыв произошел по цельному месту. На основании удовлетворительных результатов этих испытаний, а также сведений, собранных специальной комиссией Министерства путей сообщения, электрическая сварка была разрешена для применения при ремонте подвижного состава железных дорог и механического оборудования депо и мастерских. Это первое официальное признание электрической сварки в России. Последовательно она стала допускаться и на другие производства, в частности, касающиеся ремон-





та судовых механизмов, работ по усилению мостов и т. п.

Электрическая дуговая сварка применена в 1887 году в Воронежских паровозных мастерских для исправления паровозных и вагонных колес и скатов (запайка трещин в ступицах, ободах и спицах, уменьшение отверстий для осей наплавкой слоя железа), сварки паровозных рам, решеток, изделий из меди и чугуна и т. д. В Рославльских главных мастерских по ремонту подвижного состава в 1888 году была смонтирована с участием изобретателя самая мощная по тому времени производственная электросварочная установка, способная обслуживать заказы сразу нескольких дорог. Быстроту исполнения, надежность и экономическую выгоду электросварочных работ вскоре оценили в мастерских Санкт-Петербурга, Ростова-на-Дону, на Александровском заводе Николаевской железной дороги.

Применение электросварки на железнодорожном транспорте позволило ремонтировать чугунные детали (до этого сварка чугуна была трудно выполнимой, прежде паровозные и вагонные чугунные изделия не исправлялись и списывались на лом), сваривать разнородные металлы: медь с железом или чугуном, никель или свинец с железом и др. С помощью электросварки можно было восстанавливать паровозные цилиндры, изготовленные из проката. Стали заваривать трещины в бронзовых золотниках и перемычках между отверстиями у дымогарных труб, наплавлять шейки паровозных и вагонных осей и т. д.

Имя Бенардоса становится все известнее в научных и технических кругах за границей. Для ознакомления с «Электрогефестом» в Россию приезжали крупные зарубежные специалисты. В апреле 1887 года немецкий ученый, профессор Р. Рюльман посетил мастерскую и наблюдал опыты Бенардоса. На одном из Петербургских заводов вышел из строя паровой котел, что привело к остановке всего производства. На ремонт котла старым способом требовалось три недели. Бенардос исправил его у себя в мастерской за один час. Отремонтированный котел выдержал гидравлическое испытание под давлением 10 атмосфер. Рюльмана поразила быстро-

та выполнения работ. Он дал во многих русских и иностранных журналах подробное описание дуговой электросварки, выгоду, перспективы и виды ее применения. Доклады о новом процессе сварки металлов были заслушаны на заседании членов Общества поощрения национальной промышленности в Париже и Общества инженеров-судостроителей в Нью-касле, Лондонском институте инженеров-механиков и других местах.

Электросварку стали успешно применять за рубежом. Новый технологический процесс был внедрен более чем на 100 заводах Западной Европы, причем не только для вспомогательных ремонтных работ, но и производства новых металлических изделий и конструкций, в том числе вагоностроительных, машиностроительных, кораблестроительных.

С 1887 по 1891 год изобретателем получены патенты на усовершенствованную систему аккумуляторов, гальванизации больших площадей, тигельное электропаяние.

В 1890 году Бенардос опубликовал «Проект способа починки, перевозки и подъема Царь-колокола», а затем выпустил брошюру «Исправление Царь-колокола». Он предложил отвалившийся от колокола исполинский кусок приварить, погрузить «царя» на специальную платформу и доставить на Воробьевы горы. Гидравлическими домкратами его предполагалось поднять на Царь-колокольню, проект которой он также разработал. Но эти работы не были разрешены.

ЕГО ВЕЛИЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

В 1891 году Бенардос, вдохновленный успехами М. О. Доливо-Добровольского в отношении способов электропередачи, составил проект снабжения Петербурга дешевым электрическим током от гидроэлектростанции мощностью в несколько десятков тысяч лошадиных сил (одна л. с. — 0,736 кВт), построенной на Неве у села Ивановское. По проекту необходимо было воздвигнуть от берега до судоходного фарватера реки крытый металлический мост с отопляемыми в зимнее время жилыми помещениями для служа-

ших ремонтной мастерской и конторы. В каждом пролете между опорами должны были размещаться гидравлические подливные колеса, которые, вращаясь силою течения Невы, передавали бы движение приводу, находящемуся над колесом в здании моста. Там же планировались электрические генераторы, контрольные, сигнальные и другие аппараты.

До центральной электрической станции в Петербурге по линии шоссе или кратчайшему пути предлагалась на столбах металлическая труба такого размера, чтобы в ней свободно помещались по стенкам электрические проводники, укрепленные на изоляторах. В середине на дне трубы по балкам, составляющим ребра, должен идти рельсовый путь для ручной дрезины, по которой мог бы проезжать дистанционный сторож, ревизор, смотритель проводов и рабочие для проводки и ремонта. Все протяжение трубы делилось граничащими башнями на несколько равных по длине участков. Башни должны были иметь: молниеотвод, входы в трубу, жилые помещения дистанционных сторожей, телеграфный прибор или телефон для передачи сообщений на исходящую и конечную станции, инвентарь и инструменты для осмотра проводки и ее ремонта. При центральной станции предусматривались устройства трансформации и распределения тока, контрольные, сигнальные и измерительные приборы, а также помещения ремонтной мастерской и управления компании.

В том же году изобретателем разработан способ ваграночного электропаяния, электроотливки и электронаслоения металлов, в котором для нагрева используется тепло, выделяемое при прохождении электрического тока через металл отливки. Конструкция вагранок представляла собой с внутренней стороны воронку, в нижней части которой вставлялся цилиндр с коническим отверстием из огнеупорного вещества (магнезит, шамот и т. п.). Металл засыпался в вагранку в измельченном виде с прибавлением флюса. Использовались и приспособления для совместного нагревания газовым пламенем. С целью уплотнения налитого металла делались проковка или прокатка. Такую вагранку Бенардос применял для изготов-

ления изобретенных им труб из металлических лент, свариваемых по спирали. Вагранки небольших размеров употреблялись как ручные паяльники швов легкоплавкими припоями.

К 1892 году Бенардос предложил способы: сварки косвенно действующей дугой, дуговой резки как в обычных условиях, так и под водой, точечной и шовной контактной электросварки; заливания раковин, трещин и ненужных отверстий в чугунных, стальных и медных изделиях; электрического паяния накаливанием; электролитического покрытия железных судов слоем меди; обращения твердого чугуна в мягкий в определенном месте; нагревания дугой металлов для их поковки, штамповки, закалки и отжига стальных пружин и инструмента. Он создал много конструкций и автоматических систем для сварки угольными и комбинированными из угля и металла электродами разнообразных форм. Ему принадлежат идея и разработка горелки для сварки угольной дугой в атмосфере защитных газов и устройства для сварки переменным током, спайки двумя наклонными электродами, между которыми помещался стержень из металла. Посредством расплавленного металла дугой, возникающей между наклонными угольными электродами, производилась спайка. К подобному методу впоследствии обратился германский инженер Цейнер. Этот прием остался как его изобретение и в честь него получил свое название.

На IV Электрической выставке в январе 1892 года, организованной в Санкт-Петербурге Русским техническим обществом (РТО), Николай Николаевич продемонстрировал более 30 различных изобретений, оформленных в отдельную экспозицию (дуговая электросварка, принадлежности и оборудование для нее, устройства для точечной контактной сварки, изделия). Разработанные им клещи для точечной контактной электросварки по своему виду не очень отличаются от современных. Более 50000 посетителей увидели результаты электрической сварки, на которую уже тогда возлагались большие надежды. Бенардос был награжден золотой медалью «За удачное применение вольтовой дуги к спаиванию металлов





и наплавки одного металла на другой», а в мае следующего года его избрали действительным членом РТО.

Чуть раньше Бенардос изобрел «электрокультуру» — способ удобрения полей, основанный на пропускании электрического тока большого напряжения в короткий промежуток времени через нетолстый слой культивируемой почвы, заключающийся в небольшом объеме. Для этого ему понадобился еще и металлический плуг «электроудобритель», дополнительно к обычному плугу имевший прикрепленную посредством пружин над лемехом к гребилу изолированную от него металлическую пластинку. Один из проводников от генератора, приводимого в движение локомотивом, закреплялся к зажиму отвала, а другой — к зажиму пластинки. При прохождении тока по проводникам во время пахоты цепь замыкается слоем почвы между отвалом плуга и пластинкой, которая благодаря упругости плотно прижимается к поверхности пласта.

Локомотив устанавливался в центре распахиваемого поля и имел платформу, на которой размещались генератор и мачта. С вершины мачты по блоку спускались проводники к барабану, на который они наматывались по мере надобности. Такое приспособление давало возможность при движении плуга удлинять или укорачивать проводники. Этот принцип электроснабжения мобильных средств в последующем был использован в электротракторах и передвижных электроподогревательных установках.

«Электрокультура» изобретателем была приспособлена к сеялкам, окучникам, культиваторам и лопатам. Для них в качестве источников тока предполагались аккумуляторные батареи.

В 1896 году Бенардос запатентовал способ гидроплавки и накаливания металлов, сущность которого заключается в том, что одним из электродов является струя жидкого водного раствора кислоты, щелочи, соли. Нагрев обрабатываемого изделия, если струя направлена на изделие, производится теплом, выделяемым при прохождении тока через струю и металл изделия в месте их контакта, или теплом от электрического разряда, если струя направлена параллельно обрабаты-

ваемому изделию. Паяльники снабжались отдельной трубкой, в которую засыпался припой или вставлялся стержень того металла, которым производилось паяние, а также засыпались флюсы. По сути, это стало прототипом современных устройств металлизации.

ПОЧЕТНЫЙ ИНЖЕНЕР-ЭЛЕКТРИК

В конце 1890-х годов сильно ухудшилось состояние здоровья изобретателя. Подолгу он лежит в разных больницах. Но лечение уже не могло его спасти. Продолжительные опыты с губчатым свинцом, необходимым при изготовлении аккумуляторов, привели к тяжелому отравлению организма Бенардоса. Вокруг него появляется все больше оборотливых дельцов. Он без конца подписывает какие-то бумаги. К сожалению, изобретатель слишком поздно понял, что члены правления его «Электрогезфеста», где хитростью, где прямым обманом, завладели всеми его патентными правами и материальными привилегиями.

Изобретательство для Бенардоса являлось элементом интеллектуальной деятельности, но оно разорило его. И это при том, что по материнской линии он был потомком богатых русских предпринимателей, заводчиков и землевладельцев Демидовых. В центре России, на Урале, в Сибири и на Алтае они основали свыше 50 заводов, которые выплавляли 40% чугуна и стали в стране. В 1832—1865 годах Санкт-Петербургской академией наук присуждались Демидовские премии за опубликованные труды по науке и технике. Его бабушка Е. Л. Свешникова до замужества была Демидовой.

Все работы, связанные с изобретениями (разработка, патентование, оплата пошлины в течение многих лет), Бенардос проводил за свой счет. На примерно 200 изобретений им было истрачено почти все состояние, доставшееся ему по наследству. За три года до смерти он из-за болезни и жестокой бедности вынужден был просить совет РТО о назначении ему пожизненной пенсии. В 1899 г. из-за материальных затруднений и по рекомендации врачей Бенардос поселился недалеко от Киева на ст. Фастов (ныне город в Киевской области Украины), где продолжал

заниматься своим любимым делом — изобретательством, но в других областях.

В 1899 году Санкт-Петербургский электротехнический институт присвоил Бенардосу, не прошедшему курса высшей технической школы, звание почетного инженера-электрика как выдающемуся изобретателю электрической сварки металлов. Он был в числе первых из тех семнадцати, кому с 1899 по 1903 год было дано это звание (среди них А. С. Попов, А. Н. Лодыгин, Д. А. Лачинов, М. О. Дольво-Добровольский, И. И. Боргман, К. Ф. Сименс).

Несмотря на болезнь, Бенардос не прекращал трудиться. Он получил патент на способ приготовления губчатого свинца для аккумуляторных пластин, разработал способ изготовления стальных борон путем штамповки из листа. В январе 1902 года, находясь на излечении в Москве, Бенардос участвовал в работе II Всероссийского электротехнического съезда, который избрал его почетным председателем одного из заседаний третьего отдела. Участники съезда подтвердили эффективность использования электросварки, которая к тому моменту окончательно зарекомендовала себя как надежный и удобный в эксплуатации способ.

Во время русско-японской войны в 1904 году моряки и рабочие в осажденной крепости Порт-Артур на Ляодинском полуострове в заливе Бохайвань Желтого моря (ныне г. Люйшунь провинции Ляонин Китайской Народной Республики) успешно применяли дуговую сварку угольным электродом при ремонте поврежденных корпусов кораблей «Севастополь», «Ретвизан», «Цеса-

ревич». Источником питания являлись корабельные генераторы.

После продолжительной и тяжелой болезни вследствие отравления свинцом Бенардос 21 (8 по старому стилю) сентября 1905 года в возрасте 63 лет умер на ст. Фастов в богадельне (в то время так назывались в России приюты для престарелых и инвалидов). К тому времени его имя было почти забыто, и это трагическое событие осталось незамеченным в периодической печати. О Бенардосе опять вспомнили только тогда, когда электрическая сварка стала одним из самых распространенных технологических процессов.

Способы дуговой электросварки, изобретенные им, были первыми, применявшимися на практике. Многие нововведения в этой области являлись лишь их усовершенствованиями. Он относится к числу тех русских электротехников, работы которых имеют мировое значение. Современная техника широко использует сварку и резку металлов, вызвавшую переворот в машиностроении и строительстве. Разработанные Бенардосом способы применения вольтовой дуги заняли достойное место в истории техники наряду с изобретениями электродвигателя, телеграфа, радио, электрического освещения и электрической передачи механической энергии.

Он был большим патриотом. Все принадлежащие ему изобретения по военному делу (способ переправки войск, электрическая пушка для больших кораблей и крепостей, самодвижущаяся сухопутная и кавалерийская мины, реберные и цилиндрические полые пули, автоматическое оружие и др.) им были бесплатно предложены государству. ●

HE WAS CUTTING THE RAIL WITH THE ARC... (TO THE 170TH ANNIVERSARY OF NICKOLAY BENARDOS)

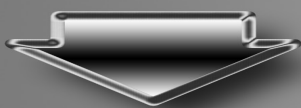
Grigoriev, Nickolay D. – Ph.D. (Tech), associate professor at the department of electric engineering, metrology and power engineering of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT).

N. Benardos left a brilliant trace in the history of Russian electric engineering. In spite of the fact that he had never graduated from any engineer faculty he made more than 200 inventions. He designed steamships and other vehicles, made a great contribution to mechanical engineering and railway industry. But now he is mostly known as a Russian inventor of carbon arc welding.

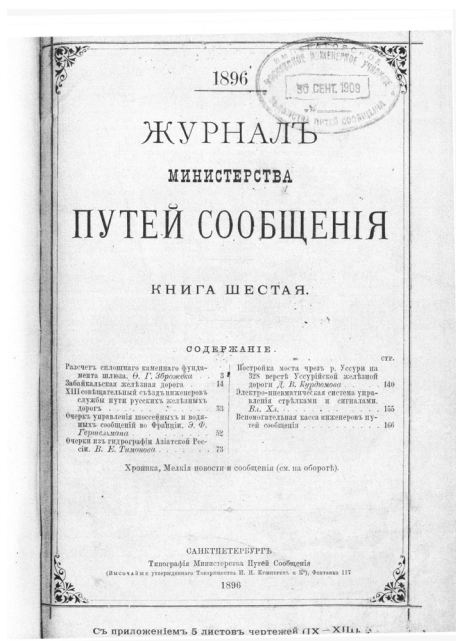
Key words: Nikolay Benardos, electric welding, transport, invention, history of engineering.

Координаты автора (contact information): Григорьев Н. Д. – (495) 684–21–19.





ФРАГМЕНТ ОЧЕРКА УПРАВЛЕНИЯ ШОССЕЙНЫХ И ВОДНЫХ СООБЩЕНИЙ ВО ФРАНЦИИ



Ввиду неоднократного в последнее время возбуждения вопроса о преобразовании органов управления нашими шоссейными и водными сообщениями и множества проектов, составлявшихся уже по сему предмету, причем однако осуществление на практике которого-нибудь из них до сего времени еще не признано возможным, полагаем не лишним привести некоторые сведения об управлении шоссейных и водных сообщений во Франции, где вообще инженерное дело и в особенности развитие шоссейных и внутренних водных сообщений достигло столь значительного совершенства. Большинство этих сведений нам удалось собрать.

До 1836 года французские пути сообщения состояли попеременно в ведении разных ведомств, а именно: министерств финансов и внутренних дел. В упомянутом же году они вошли в состав особого министерства общественных работ, которое сначала — до 1840 года — и впоследствии

в течение 15-летнего периода — с 1855 до 1870 года — кроме общественных работ обнимало еще торговлю и земледелие. В течение же последних 25 лет непрерывно существует отдельное министерство исключительно общественных работ.

В состав центральных органов министерства общественных работ входят:

1. Кабинет министра. Первоначально это учреждение соответствовало приблизительно имеющейся у нас Секретарской части при министре путей сообщения. Впоследствии же обязанности Кабинета, с развитием парламентской деятельности во Франции, значительно расширились и ныне Кабинет составляет довольно обширную канцелярию, во главе которой состоят начальник Кабинета и его помощник. В состав Кабинета входят: секретарь министра, его помощник, один столоначальник с помощником и 12 второстепенных штатных служащих.

2. Дирекция личного состава и счетоводства (соответствует у нас Канцелярии министра путей сообщения, бывшему Департаменту общих дел).

3. Дирекция (Департамент) проезжих дорог, судоходства и горного дела.

4. Дирекция железных дорог, как частных, так и казенных.

5. Дирекция гражданских зданий и государственных дворцов.

6. Главный совет путей сообщения.

7. Главный горный совет.

8. Главный совет гражданских зданий.

Кроме того, к числу центральных учреждений министерства принадлежит целый ряд постоянных комиссий и комитетов, общим числом 20... Многие из этих комитетов и комиссий состоят под председательством министра общественных работ, который однако лично председательствует лишь в особенно важных случаях, предоставляя руководство занятиями в обыкновенных заседаниях вице-председателю.

Высший надзор на месте за шоссейными и водяными сообщениями возложен на главных инспекторов путей сообщения (2-го класса), заведующих отдельными инспекционными округами, на которые разделены шоссейные и водяные пути Франции. Таких инспекционных округов имеется, собственно, во Франции 15; 16-й включает в себе пути сообщения в Алжире.

Во французском корпусе инженеров путей сообщения имеется три степени старшинства. Во-первых, степень главного инспектора — соответствует нашим генеральским чинам. Степень эта подразделяется на два класса. Во-вторых, степень главного инженера — соответствует нашим штаб-офицерским чинам и подразделяется также на два класса. В-третьих, степень ординарного инженера — соответствует нашим обер-офицерским чинам. Степень эта подразделяется по старшинству на три класса.

Главные инспектора первого класса занимают высшие технические должности в ведомстве, а именно: членов Главного Совета путей сообщения, директора и членов конференции школы мостов и дорог в Париже, председателей и членов специальных комитетов и комиссий при министерстве, а иногда они назначаются также директорами особых временных управлений, учреждаемых для производства значительных новых работ. Таким образом, деятельность каждого из главных инспекторов первого класса не относится исключительно к одной специальности, а обыкновенно обнимает разные отрасли службы ведомства путей сообщения. Число инженеров, состоящих в чине главного инспектора первого класса, обыкновенно не превышает 15 или 20; в настоящее время их имеется всего 12.

Главные инспектора 2-го класса, как уже было упомянуто, заведуют инспекционными округами по шоссейным и водяным сообщениям (числом 16); кроме того, они занимают старшие должности в железнодорожной службе, как по надзору за частными дорогами, так и по управлению казенных дорог; многие состоят членами специальных комитетов и комиссий при министерстве и сверх того большинство главных инспекторов 2-го класса,

по специальностям их службы, участвуют в качестве членов в занятиях Главного Совета путей сообщения. Всех главных инспекторов 2-го класса в настоящее время имеется 34.

Главные инженеры как первого, так и второго классов состоят начальниками местных управлений по заведыванию шоссейными и водяными сообщениями, занимают должности профессоров и репетиторов в технических учебных заведениях, а также членов и секретарей в специальных комиссиях и комитетах министерства, состоят в разных должностях по железнодорожной службе, увольняются временно для занятий в железнодорожные и другие частные общества и т. п. Главных инженеров имеется в настоящее время: первого класса — 98 и второго — 128, итого — 226.

Ординарные инженеры всех трех классов занимают должности начальников отделений шоссейных и водяных путей, состоят в разных должностях по железнодорожной службе, занимают места секретарей и помощников секретарей в министерских комитетах и комиссиях, назначаются старшими производителями работ в состав особых временных управлений, учреждаемых для исполнения значительных инженерных работ, и т. д. Всех ординарных инженеров имеется в настоящее время: 1-го класса — 160, 2-го класса — 116, 3-го класса — 63, итого — 339. Сколько из них служат по управлению шоссейных и водяных сообщений, будет объяснено ниже.

Служба каждого из главных и ординарных инженеров относится почти всегда исключительно к одной специальности (шоссейные пути, судоходные реки, судоходные каналы, порты и железные дороги), хотя в виде исключения бывают случаи, что, например, инженеру, заведующему шоссейными дорогами, поручаются вместе с тем некоторые водяные пути или же надзор за незначительными железнодорожными работами.

Э. ГЕРШЕЛЬМАН

*Журнал министерства путей сообщения. Книга шестая.
Санкт-Петербург, 1896 год.
(Из фондов библиотеки МИИТ)*

