

Из истории электротехники

Николай Гаврилович Славянов

(1854–1897)



Русский изобретатель, основоположник дуговой электрической сварки плавящимся электродом и уплотнения металлов Николай Гаврилович Славянов родился в многодетной семье (8 мальчиков и 3 девочки) штабс-капитана царской армии 5 мая (23 апреля по ст. ст.) 1854 г. в с. Никольское Задонского уезда Воронежской губернии (ныне Задонский муниципальный район Липецкой области). Детские годы провел в родовом имении отца, где получил первоначальное образование.

В 1862 г. мальчик был отдан в военный Михайловский кадетский корпус, расположенный в Воронеже. Быть военным он не собирался, поэтому на предпоследнем курсе подал прошение об увольнении и поступил в Воронежскую мужскую гимназию, которую окончил с золотой медалью. В 1872 г. юноша поступил в Санкт-Петербургский горный институт (ныне Санкт-Петербургский государственный горный университет). Мать, обремененная семьей (отец умер в 1868 г.), не могла материально помогать старшему сыну. Ему приходилось зарабатывать самому — перекладывать печи, давать частные уроки по математике, черчению, музыке. Студент отлично выполнял учебные проекты, которые отличались оригинальностью и практической ценностью. За проект машины с особым парораспределением, выполненный на последнем курсе, он был удостоен почетного отзыва Совета института.

После блестящего окончания института в декабре 1877 г. молодой инженер-металлург первого разряда был направлен на Воткинский казенный горный завод (ныне в Удмуртской Республике, в 50 км к востоку от Ижевска), где сначала был

практикантом, а с 1878 г. — смотрителем механических фабрик (цехов) и механиком завода. В 1881 г. его перевели на Омутнинские частные заводы братьев Пастуховых (ныне в Кировской области, в 180 км от областного центра), а в декабре 1883 г. — в рабочий поселок Мотовилиха (ныне вошел в состав Перми) на казенные пушечные заводы управителем орудийных и механических фабрик. Здесь трудилось свыше четырех тысяч человек. Оснащенные новой техникой и укомплектованные опытными специалистами заводы изготавливали стальные пушки, артиллерийские снаряды, паровые машины и котлы, пароходы и детали к ним. В 1884 г. Н.Г. Славянов сконструировал специальную печь для производства проката тонколистового железа.

С 28 мая по 28 сентября 1885 г. Славянов находился в командировке в Германии и Бельгии для ознакомления с производством заводов общества Кокериль и Круппа в Виттене на Руре и в Бохуме, а также для посещения Всемирной выставки в Антверпене и Электротехнической выставки в Кенигсберге (ныне Калининград). Стараясь лучше узнать производство, поработал на бельгийских заводах рабочим. Знакомство с мировыми техническими достижениями способствовало его успешной изобретательской деятельности. Заинтересовавшись за границей электротехникой и начав самостоятельно ее изучать (в то время в горном институте предмета электротехники не было, небольшие сведения по электричеству сообщались в курсе физики), разработал проект электрической станции и руководил ее строительством. На основе сконструированных им в 1885 г. электротехнических при-

боров и генератора на 300 А, 60 В была построена первая на заводах в Перми электростанция с приводом от паровой машины. С 1887 г. производственные здания заводов по разработанной им системе электропроводки из полосового железа стали одними из первых в России освещаться дуговыми лампами с регуляторами, изготовленными по его проекту. Всего в цехах горело 2,5 тыс. дуговых фонарей. Генератор, дуговые лампы с регуляторами и различные электроизмерительные приборы, спроектированные Славяновым, экспонировались на Урало-Сибирской научно-промышленной выставке в Екатеринбурге. Экспертная комиссия наградила Славянова большой серебряной медалью «За достоинства предметов, представленных на выставке».

К концу 80-х годов 19 в. в связи с быстрым развитием машиностроения, судостроения, энергетики и других отраслей остро стояла задача изготовления стальных отливок большой массы. Все дороже стал обходиться производственный брак при производстве заготовок. Трещины, раковины, поры и пустоты и другие дефекты понижали качество отливок и в некоторых случаях делали заготовку непригодной для применения. Для улучшения качества стальной болванки, а также для уменьшения усадочной воронки применяли химические и механические (прессование) способы. Однако они или не достигали цели, или были сложными и дорогими. На переплав шли массивные крупногабаритные заготовки и изделия.

Славянов после ряда опытов предложил в 1890 г. применять нагрев электрической дугой для уплотнения крупных металлических отливок и улучшения их структуры, в частности стальных болванок, употребляемых для изготовления артиллерийских орудий. Способ применения электрической энергии для промышленного нагрева заключался в том, что неостывший и жидкий металл сразу после заливки в изложницу подогревался в верхней части до температуры плавления стали мощной электрической дугой, возникающей между неметаллическим (графитовым, из кокса) отрицательным электродом, расположенным вблизи поверхности отливки, и металлом, соединенным с положительным зажимом генератора постоянного тока. При таких условиях металл застывал постепенно в направлении снизу вверх. Образующиеся газы свободно удалялись, а возникающие при затвердевании металла усадочные пустоты заполнялись имеющимся в верхней части запасом жидкого металла. Без применения электродугового уплотнения отливки большая верхняя часть болванки, в которой образовывались газовые пузыри и усадочные раковины, шла в отходы.

В случае добавления к отливке расплавляемого электрическим током металла или сплава, сходного по химическому составу с изделием, электроды изготовлялись в форме стержней (железо или сталь – катаная или ковкая, чугун и сплавы меди – литые) разной толщины в зависимости от силы тока и размера отливки детали. Стержни вставлялись в сварочный автоматический регулятор, сконструированный и названный изобретателем «Электрическим плавильником», который в принципе был подобен дифференциальному регулятору для дуговых осветительных ламп и поддерживал постоянство горения дуги между электродом и обрабатываемым изделием. Постоянство длины дуги в определенных пределах оплавления электрода поддерживалось двумя соленоидами, втягивающими железный сердечник, соединенный со стержнем. Стержни под действием автоматически регулируемой электрической дуги быстро расплавлялись. Во время отливки один полюс электрической машины соединялся с формовкой, другой – с зажимом автоматического регулятора, через который ток проходил в расплавляемый металлический стержень и далее через дугу – в формовку, замыкая электрическую цепь. Зажигание электрической дуги и подача электрода после значительного его обгорания осуществлялись вручную.

В качестве материалов для формовки изобретатель рекомендовал для чугуна и сплавов меди прессованный кокс, а для стали и железа – цементированный кварцевый песок. В целях изоляции металла от воздуха, участвующего в металлургическом процессе, уплотнение по методу Славянова происходило под шлакообразующими расплавляющимися покрытиями (металлургическими флюсами). Для этого в ванну вводилось битое стекло, которое по химическому составу соответствует материалам, составляющим основу известных в настоящее время флюсов.

Изобретение Славянова стали применять на заводах России и зарубежья. Электрическое уплотнение металлических отливок по предложенному им способу в настоящее время позволяет получать слитки высокого качества из легированных сталей, изготовленных электрошлаковым, плазменно-дуговым и электронно-лучевым переплавами. Срок службы деталей из таких сталей повышается в три раза.

Работу с металлическими электродами оказалось возможным использовать для сварки металлических частей. В 1888 г., через 7 лет после открытия Н.Н. Бенардосом дуговой электросварки угольным электродом, Славянов критически оценил и развил его идею, разработал и применил сварку плавящимся металлическим электродом с предва-

рительным подогревом и защитой изделия расплавленным слоем шлака. Одним из основных недостатков способа Бенардоса была опасность порчи металла под влиянием высокой температуры угольного электрода. Металл выгорал и становился хрупким в месте сварки, а также сильно обугливался из-за угольных частиц, попадающих в расплавленный металл от накаливаемого до высокой температуры угольного стержня. Без металлургического флюса сварка сталей, содержащих легирующие компоненты и примеси, не всегда получалась удачной. В шов из воздуха попадали оксидные включения, в нем скапливались сера и фосфор.

Изобретенная Славяновым электрическая отливка (так он назвал способ сварки электрическим плавлением) заключалась в наливании расплавленного металла на поверхность металлических изделий с образованием после прекращения действия электрической дуги и застывания металла прочного соединения. Способ электрической отливки металлов (по современной терминологии электрической дуговой сварки плавящимся металлическим электродом) отличался от ранее предложенного «Электрогесты» Бенардоса тем, что одним или обоими электродами служили стержни из самого материала, предназначенного для отливки. Металлы обрабатываемой детали и отливаемого стержневого электрода электрической дуги могли быть и разными. Применением плавящегося металлического электрода были устранены возможности слишком большого повышения температуры обрабатываемого предмета и опасность «обуглероживания» металла. Электрическая дуга поддерживалась автоматически с помощью специального регулятора. Изобретатель указывал: «Источником электричества может служить динамо-машина без посредства аккумуляторов, но в таком случае она должна иметь несгораемый якорь и развивать силу тока не менее 200 А при напряжении не менее 50 В. Можно применить машину и более слабую или неподходящей конструкции, но тогда необходима батарея аккумуляторов». Созданная им динамо-машина явилась первым в мире электрическим сварочным генератором постоянного тока, упростившим по сравнению с аккумуляторами схему установки и давшим толчок созданию новых более совершенных и модифицированных сварочных источников питания, которые способствовали дальнейшему развитию способов сварки.

В 1888 г. Славянов был назначен помощником горного начальника (директора). На заводах была организована электролитная фабрика с электрическим генератором. Это был первый в мире сварочный цех. Сюда по узкоколейной дороге доставлялись большие детали, здесь 18 октября 1888 г.

Славяновым впервые публично в присутствии государственной комиссии, состоящей из металлургов и электротехников Санкт-Петербурга, был успешно испытан способ сварки вала паровой машины металлическим плавящимся электродом. Комиссия предложила широко распространить способ электрической отливки.

Изобретатель сконструировал специальный аппарат с автоматическим приспособлением для регулирования длины дуги, который стал родоначальником современных сварочных аппаратов. Для удобства плавильник подвешивали на специальном приспособлении. Можно было вести сварку двумя последовательно соединенными плавильниками. Для изготовления паропроводов из листовой красной меди труба загибалась, заформовывалась, укладывалась на ролики и нагревалась. Плавильник висел неподвижно, а труба передвигалась вдоль своей оси при помощи рейки на специальном станке, сконструированном изобретателем. Еще одним отличием было применение подогрева перед сваркой. Для своих работ он применял токи от 200 до 1000 А при напряжении 50–75 В. Диаметр плавящегося металлического электрода был 7–12 мм. Эти значения очень близки современным параметрам сварочных электродов.

Славянов умел работать как мастер на всех металлообрабатывающих станках. Небольшой токарный станок у него стоял в рабочем кабинете, чтобы в любое время можно было изготовить необходимую деталь. Он подготовил кадры первых в мире мастеров электролитейщиков (электросварщиков), которые в дальнейшем обучали других рабочих; была создана школа профессионального начального образования электросварщиков.

В 1889–1890 гг. электросварка с плавящимся металлическим электродом вместо клепки корпуса была впервые применена в судостроении на стапелях Мотовилихинской верфи при постройке корпуса крупнейшего в России и Европе буксирного парохода «Родея – князь Коссогский». На Пермских пушечных заводах Славянов начал применять свой способ исправления и устранения дефектов литья, считавшихся у металлургов непреодолимыми, для ремонта рам паровых машин и их цилиндров, станин паровых молотов и прокатных валов, зубчатых колес, лафетов артиллерийских орудий. За два года после внедрения изобретения на Мотовилихинских заводах общая масса отремонтированных изделий составила больше 250 т.

На основе развития идей Славянова в дальнейшем появились крупные изобретения и научные работы в области дуговой электросварки. Совместными усилиями изобретателей многих стран велись исследования с целью улучшения качества металла

шва. Удачно найденные решения внедрялись в практику, развивались, становились очередной ступенькой для дальнейшего подъема сварочного производства. Шведский инженер О. Кельберг предложил покрывать металлические плавящиеся электроды термостойкими неэлектропроводными материалами для предотвращения стекания электродного материала и выполнять сварку в потолочном положении. При этом покрытие в некоторой степени защищало расплавленный металл от кислорода и азота воздуха. В 1917 г. американские ученые О. Андрус и Д. Стресс изобрели новый электрод. Стальной стержень был обернут полосой бумаги, приклеенной силикатом натрия – жидким стеклом. Дуга появлялась при первом касании и не гасла при незначительном удалении из-за наличия в обертке натрия. Бумага стала источником дыма, помехой для поступления воздуха в зону сварки. В нашей стране в 1928 г. стали серийно выпускаться покрытые обмазкой электроды для ручной дуговой сварки. Обмазка электродов содержала газообразующие, стабилизирующие с низким потенциалом ионизации и легирующие вещества. Изменением состава компонентов покрытия электродам придавались специальные свойства.

В июле 1891 г. Славянов был назначен Горным начальником Пермских пушечных заводов. Русские снаряды не могли пробить броню вражеских судов. Кроме того, они были дороги. Вместе со строителем первых в России мартеновских печей А.А. Износковым, специально им приглашенным, он создал новые артиллерийские сферические снаряды из литой некованой стали. По результатам испытательных стрельб, проводившихся на полигоне в Мотовилихе, они по прочности не уступали снарядам Круппа и пробивали шестидюймовую (152,4 мм) броню.

В 1891 г. Славянов получил патенты на «Способ электрического уплотнения металлических отливок» (привилегия России № 8747) и «Способ и аппараты для электрической отливки металлов» (привилегия России № 8748). В основу изобретений было положено явление электрической дуги, открытой в 1802 г. академиком Санкт-Петербургской академии наук В.В. Петровым. Первый патент закрепил за автором приоритет в электрической подпитке слитков, важном научном направлении металлургии по уменьшению усадочных пустот и получению однородной структуры металла стальных заготовок. Оба способа были запатентованы во Франции, Англии, Австро-Венгрии и Бельгии, сделаны заявки в США (патент получен в 1897 г.), Швеции, Италии. В 1891 г. для пропаганды изобретения Славяновым была издана за свой счет (большую часть огромной зарплаты директор тратил на

изобретения) первая книга с кратким изложением сущности изобретения «Электрическая отливка металлов горного инженера Николая Славянова». Она была замечена, переведена и напечатана на английском, французском и немецком языках. Через год был опубликован его основной печатный труд «Электрическая отливка металлов. Руководство к установке и практическому применению ее». Это была первая монография по электрической обработке металлов. В 1929 г. книга была переиздана журналом «Сварочный вестник» в Берлине и в 1954 г. в Москве.

В 1892 г. Славянов представил оформленные в отдельную экспозицию множество изделий, сваренных по его методу, на IV Электротехническую выставку Русского технического общества (РТО), проходившую в Санкт-Петербурге. Были показаны образцы медных труб с продольным сварным швом, выдержавшие гидравлическое испытание до 50 атм, наплавки твердого сплава «электрилит», отличающейся большой твердостью и малым коэффициентом трения (сведения о составе и свойствах не сохранились), наплавки разнородных металлов. На выставке он заваривал трещины и сплавлял металлические предметы. Выставку посетило свыше 50000 чел., что для специализированной технической выставки было достижением.

Несколько образцов сварки разнородных металлов, доставленных службой подвижного состава и тяги Орловско-Витебской железной дороги (ныне Московской и Белорусской железных дорог), исследовались профессором П.К. Худяковым в лаборатории Императорского Московского технического училища (ныне МГТУ имени Н.Э. Баумана). Для изучения прочности соединения от каждого образца, изготовленного для испытания на разрыв и имеющего форму цилиндра, была отрезана половина по вертикальной плоскости. Испытания дали положительный результат. Ни один образец не разорвался по месту соединения. Металлографическое исследование показало отличное качество структуры при сварке бронзы с медью, меди со сталью и меди с латунью. Причем электрическая дуговая сварка плавящимся электродом превосходила по качеству газовую сварку и сварку угольной дугой.

На основании результатов испытаний специальной комиссией Министерства путей сообщения электрическая дуговая сварка плавящимся металлическим электродом была официально разрешена для применения при ремонте подвижного состава железных дорог и механического оборудования депо и мастерских. Это было первое в России официальное признание такого способа сварки. В электротехническом музее Санкт-Петербургского

государственного политехнического университета имеется коллекция 36 образцов, изготовленных Славяновым и состоящих каждый из двух разнообразных металлов (сталь на железо, чугун на железо, никель на железо, латунь на железо, железо на медь и т.п.), налитых электрическим путем друг на друга. На выставке представлена еще одна его работа «Электрическое уплотнение металлических отливок»; изобретение было применено в 1890 г. на заводах в Мотовилихе. В работе указывалось, что при плавлении электрическим током верхних слоев отливки металл уплотняется, получается без пузырьков и усадочной раковины, вследствие чего повышается качество стальных слитков. За удачное применение вольтовой дуги при производстве металлических отливок и последующей их обработке с целью изменения химического состава металла и улучшения его механических свойств Российское техническое общество наградило автора золотой медалью и почетным дипломом.

В 1892 г. на Всемирной электротехнической выставке в Чикаго, посвященной 400-летию открытия Америки Х. Колумбом, в числе русских экспонатов были представлены оба изобретения Славянова и «стакан» массой 5,33 кг и высотой 210 мм в виде двенадцатигранной призмы с отверстием внутри. Он был получен путем последовательной наплавки на сталь один за другим слоев электродов из особой колокольней бронзы, томпака (сплава латуни с медью), никеля, чугуна, меди, нейзильбера (мельхиора, сплава никеля, цинка с медью) и обычной бронзы и наглядно демонстрировал возможности электроотливки. Заготовка из 8 слоев представляла всю гамму технических металлов того времени и доказывала оспаривавшуюся возможность прочной сварки различных цветных металлов. За изобретение оригинального и эффективного процесса сварки Славянов получил медаль и почетный диплом с формулировкой «За произведенную техническую революцию», его многослойный «сэндвич» долгие годы оставался непокоренной вершиной сварочного искусства. Сейчас один «стакан» изобретателя находится в Политехническом музее в Москве, второй – в Пермском областном краеведческом музее.

На железнодорожной станции Левшино Уральской горнозаводской линии (ныне Свердловской железной дороги), расположенной в 10 км от Мотовилихи, у колокола с необыкновенным звоном испортилось било. Стали звонить обломком рельса, колокол раскололся. Славянов впервые в мире приварил отбитый кусок колокола своим способом. Метод дуговой электрической сварки плавящимся металлическим электродом сохранил чистоту звука колокола. В «Пермских губернских ведомостях» появилась статья, в которой советовали

везти церковные колокола в Мотовилиху на ремонт. На заводах пришлось открыть специальную электролитейную фабрику по восстановлению разбитых колоколов, было восстановлено 34 колокола общей массой 26,5 т. В 1893 г. в брошюре «О возможности исправления московского Царь-колокола» Славянов предложил капитальный ремонт Царь-колокола, находящегося в Московском Кремле, с сохранением индивидуального звучания. После полемики в прессе было решено, что Царь-колокол имеет значение памятника и отколовшуюся его часть не следует приваривать.

В 1894 г. было закончено строительство второй электростанции с генератором на 1000 А, 100 В и паровым двигателем в 150 л.с. (110,4 кВт). Жилые постройки заводов были электрифицированы. Начались работы по металлургическому уплотнению массивных стальных слитков, литью металлов и др. В конце 1894 г. были уплотнены электрической дугой постоянного тока 800 А, 60–70 В в течение 2,5–3,5 ч три болванки тигельной стали массой более 5 т каждая и в течение 5 ч. одной болванки мартеновской стали массой 11,5 т. В 1895 г. по способу изобретателя были отлиты слитки тигельной и мартеновской стали массой 1638–3104 кг с электрическим уплотнением и без него. Поверхность уплотненной болванки была без дефектов, а неуплотненная имела усадку и по продольной оси – трещину. Верхняя часть усадочной части раковины была отрезана и пошла на переплавку. Способ электрического уплотнения металлических отливок в этих экспериментах повысил выход годного металла до 10%.

Основные принципиальные положения теории электродугового подогрева верхних частей отливок, разработанные Славяновым, нашли практическое применение во Франции с 1914 г, а затем в США, Германии и Швеции. В отечественной металлургической промышленности первые опытно-производственные работы по применению электродугового подогрева прибылей слитков были проведены в начале 50-х годов 20 в. на заводе «Электросталь», затем на Кузнецком металлургическом комбинате, Новокраматорском машиностроительном заводе, Уральском заводе тяжелого машиностроения. Предложенный Славяновым способ электродугового уплотнения стальных слитков не потерял значения и в наши дни.

Доклады Славянова об электрическом способе сварки и отливке металлов были заслушаны на общем собрании членов РГО в 1892 и 1895 гг., его работам посвящались обстоятельные статьи в русских и иностранных журналах (в том числе в журнале «Электричество»).

Для внедрения изобретений Славянова в октябре 1895 г. в Санкт-Петербурге было создано объединение «Русское товарищество электрической обработки металлов». Электрическая сварка стала применяться на многих заводах, получила широкое применение и на предприятиях Германии (Круппа в Эссене), Англии, Франции, США и других зарубежных стран.

Первая мировая война дала толчок развитию электрической дуговой сварки плавящимся электродом, ее стали вместо клепки применять при сооружении железных каркасов зданий и судовых корпусов и вместо отливки очень тяжелых частей больших машин. В 1920 г. на Дальзаводе В.П. Вологдин (с 1939 г. член-корреспондент АН СССР) организовал сварочный участок, на котором ремонтировали детали и узлы судов, изготавливали паровые котлы, начали строить сварные буксирные катера, суда, крупные доки, морские траулеры и т.п. На станции Большой Невер Забайкальской железной дороги по его проекту был сварен резервуар для хранения нефтепродуктов. В 1923 г. В.П. Никитин (с 1939 г. академик АН СССР), К.К. Хреновым (с 1953 г. член-корреспондент АН СССР) и А.А. Алексеевым были разработаны сварочные генераторы постоянного тока смешанного возбуждения СМ-1, СМ-2, СМ-3 с размагничивающей последовательной обмоткой возбуждения. В 1924 г. Никитин разработал сварочный трансформатор СТН. Для небольших сварочных токов им был сконструирован трансформатор с внутренним реактивным сопротивлением, представляющий собой комбинацию трансформатора и реактивной катушки. Были сформулированы три принципа регулирования тока в сварочных трансформаторах: с магнитным шунтом, с регулируемым воздушным зазором, с несколькими выводами. В 1932 г. Хренов осуществил подводную сварку и резку металлов. В Киеве в Институте электросварки были разработаны автоматическая сварка под флюсом и специализированное оборудование для сварки броневой стали корпусов танков, орудий, боевых кораблей.

Область применения электрической дуговой сварки плавящимся металлическим электродом расширялась. Ее стали применять при производстве вагонов, электровозов, тепловозов, котлов, при сооружении металлических конструкций, железных дорог, трубопроводов различного назначения и т.д. Появилась возможность изготовления таких конструкций и сооружений, которые раньше считались невыполнимыми, упростилось выполнение работ и сократилось время их производства.

Тепловая мощность электрической дуги легко регулируется изменением силы сварочного тока. Основными преимуществами дуговой электросвар-

ки как метода соединения металлов по сравнению с клепкой состояла в повышении производительности и улучшении условий труда, в экономии металла, уменьшении массы конструкций, сокращении производственных площадей и др. Трудоемкость конструкций, выполненных с помощью ручной дуговой электросварки при изготовлении строительных ферм пролетом 12–18 м, составила 0,85 по сравнению с конструкцией, выполненной с применением клепки. В 1969 г. была проведена электросварка в космосе. Вторая половина 20 в. ознаменовалась лазерной и плазменной резкой и наплавкой металлов, а в 21 в. были созданы роботизированные гибкие сварочные комплексы с числовым программным управлением.

После длительных сварочных работ в зимнее время на открытом воздухе Славянов сильно простудился и тяжело заболел. Последовали ревматизм, болезнь сердца. Он скончался в Мотовилихе 17 (5 по ст.ст.) октября 1897 г. от инфаркта в возрасте 43 лет в расцвете творческой деятельности.

Возрождение идей изобретателя в России началось через 30 лет после его смерти. Предложенные им методы позволили создать современные высокопроизводительные способы промышленной автоматической дуговой электросварки. Метод электрической отливки металлов используется уже 125 лет и совершенствуется, в основе всех нововведений в этой области – развитие идей Славянова.

В настоящее время дуговая электросварка плавящимся металлическим электродом – один из основных технологических процессов во многих отраслях промышленности, им выполняется около 95% сварочных работ при производстве изделий из металла. Ученый в области металлургии и сварки академик АН СССР Б.Е. Патон писал: «Будучи по специальности металлургом Н.Г. Славянов разработал основы металлургических процессов, которые происходили при сварке. Он внес в методы электросварки много усовершенствований и по праву считается основоположником современной металлургии сварки».

В Перми в доме, построенном по проекту изобретателя, находится Мемориальный музей Н.Г. Славянова.

О Николае Гавриловиче Славянове, металлурге, электротехнике, талантливом организаторе производства, родоначальнике и творце основных видов дуговой электрической сварки плавящимся электродом и наплавки металлов, получивших широкое применение во всех промышленно развитых странах мира, подробнее можно прочитать в работах: **Тезисы докладов** научно-технической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения

Н.Г. Славянова, Харьков, 1954; **Флоринская О.Н.** Творцы электросварки Н.Н. Бенардос и Н.Г. Славянов. Библиографический указатель, 1951; **Истомин С.В.** Самые знаменитые изобретатели России. – М.: Изд-во «Вече», 2000; **Шарц А.И.** Николай Гаврилович Славянов (1854–1897). – Пермь: Книжное издательство, 1965; **Шателен М.А.** Русские электротехники XIX века. – М.: Госэнергоиздат, 1955; **Хренов К.К.** Сварка, резка и пайка металлов. – М.: Машиностроение, 1973; **Электрическая** отливка металлов (биографический очерк и комментарии академика К.К. Хренова и канд. техн. наук С.Т. Назарова). – М.: Машгиз, 1954; **Хренов К.К.** Электрическая сварочная дуга. – Киев–Москва.: Машгиз (Киевское отделение), 1949; **Хренов К.К., Ярхо В.И.** Технология дуговой электросварки, 1940; **Хренов К.К.** Подводная электрическая сварка и резка металлов. – М.: Машгиз, 1946; **Хренов К.К.** Николай Гаврилович Славянов (1854 – 1897). – Вестник машиностроения, 1947, № 12; **Никитин В.П.** Электрические машины и трансформаторы для дуговой сварки, 1937; **Никитин В.П.**

Русская школа в развитии электрической дуговой сварки. – Автогенное дело, 1948, т. 7; **Никитин В.П.** Русская школа в развитии электрической дуговой сварки. – Изв. АН СССР. Отделение технических наук, 1948, № 6; **Никитин В.П.** Н.Г. Славянов как один из творцов изобретения электросварки. – Изв. АН СССР. Отделение технических наук, 1952, № 1; **Никитин В.П.** Русское изобретение – электрическая дуговая сварка, 1952; **Чеканов А.А.** Николай Гаврилович Славянов (1854–1897), 1977; **Чеканов А.А.** Родоначальники электросварки (В.В. Петров. Н.Н. Бенардос. Н.Г. Славянов). – М.: Трудрезервиздат, 1953; **Чеканов А.А.** История автоматической электросварки, 1963; **Огиевицкий А.С., Радунский Л.Д.** Николай Гаврилович Славянов. – М.; Л.: Госэнергоиздат, 1952; **Веселовский О.Н., Шнейберг Я.А.** Очерки по истории электротехники. – М.: Изд-во МЭИ, 1993; **Шнейберг Я.А.** Титаны электротехники. Очерки о жизни и творчестве. – М.: Изд-во МЭИ, 2004.

Григорьев Н.Д.

* * *

Уважаемые авторы!

Редакция публикует при каждой статье краткие сведения об авторах. В связи с этим просим вас при направлении статьи в редакцию сообщать (желательно и на английском языке):

полные имена и отчества всех авторов;

какой факультет, какого вуза и когда закончил;

когда получил ученую степень, где и по какой тематике (теме) была защита;

место работы и должность.

Кроме того, напоминаем, что на каждую статью следует представлять реферат (не менее 100 слов) на русском и английском языках (включая название), а также ключевые слова.