

УДК 622

## ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ СВАРКИ

Сапрыкин А.А., студент группы ЭМ-77, 1 курс

Научный руководитель: Чередниченко М.В., к.т.н., доцент  
Новосибирский государственный технический университет  
г. Новосибирск

Любая технология первоначально имеет предпосылки возникновения, процесс развития сквозь призму истории, кульминационные, значимые имена ученых, итог в современности и перспективы дальнейшего развития. В данной работе рассмотрена история создания электродуговой сварки. С электрическими явлениями в природе, такими как, гроза, магниты, человек познакомился очень давно. Сегодня, сварка применяется при строительстве зданий, создании автомобилей, производстве различных металлических изделий.

При раскопках в древнем Египте были найдены украшения из золота спаянные между собой оловом. Остатки водопроводных коммуникаций с поперечными швами на свинцовых трубах были найдены во время раскопок в Помпеи. Так как свинец легко плавился на огне, он хорошо поддавался заливанию в формы и использовался при создании соединений.

Некоторые металлы соединялись в кузнях, для этого стороны разогревались на углях до пластичного состояния и сбивались ударами тяжелых молотков, что и давало надежную сцепку материалов. Это применяли для создания корпусов артиллерийских орудий, устанавливаемых на кораблях. Частично они выливались в формы, а частично соединялись кузнечной сваркой и дополнительным обрамлением хомутами. Но возможности человечества были ограничены температурой углей. Поэтому другие металлы для соединения были недоступны.

Сварочный метод соединения металлов совершил настоящую революцию в строительстве и промышленном мире, сократив время на создание конструкций и увеличив их прочность [1].

Петров Василий Владимирович является основателем электродугового разряда. На изобретение Василия Владимировича Петрова, посвятившего много лет изучению электропроводимости различных веществ, натолкнули маленькие кусочки обыкновенного древесного угля. Яркое пламя вспыхнуло в тот момент, когда Петров присоединил угольки друг к другу. Петров тщательно изучает это необычное свечение, проводя эксперименты с разными материалами [2].

Его поражает световое действие дуги, которое дает пламя: «от которого темный покой довольно ясно освещен быть может». В. В. Петров продолжал эксперименты, в одном из экспериментов он заменил один из угольков металлической проволокой и заметил: «между ними появляется больше и меньше яркое пламя, от которого... металл мгновенно расплавляется». Это натолкнуло учёного на использование электрической дуги при плавления металлов. Еще в 1753 г. Г. В. Рихман говорил о пользе «электрической силы», но не мог назвать практического применения. В 1802 г. Петров разработал и изготовил самый

крупный для того времени источник тока, который включал в себя батарею из 4200 пар медных и цинковых кружков, они были проложены бумагой, смоченной водным раствором нашатыря. На разработанной батарее была получена электрическая дуга. Это открытие было признано на мировом уровне и до сих пор лежит в основе дуговой сварки и других технологических процессов. Электрический ток протекал при замыкании проволоки на уголек или металл по замкнутой цепи, а электрическая дуга образовывалась при размыкании. Он сформировал условия стабильного функционирования электрического разряда.

Эксперименты с электрической дугой Петров описал в 1803 г. в первой книге на русском языке по вопросам гальванизма: «Известие о гальвани-вольтовых опытах, которые производил профессор физики Василий Владимирович Петров посредством огромной батареи, состоявшей иногда из 4200 медных и цинковых кружков, и находящейся при Санкт-Петербургской Медико - Хирургической Академии».

Таким образом, В. В. Петров открыл, изучил и описал особенности электрической дуги и указал на возможные области ее практического применения в электрическом освещении, электросварке и электрометаллургии. Именно это открытие легло в основу «электрической свечи» - дуговой лампы П. Н. Яблочкова, а Н. Н. Бенардос применил электрическую дугу для резки и сварки металлов. В этот период исследованиями гальванических явлений занимались многие русские ученые: В. Н. Чиколева, Д. А. Лачинова, А. Н. Лодыгина, Н. П. Булыгина, Н. П. Слугинова, и др., впоследствии их работы легли в основу исследований зарубежных коллег. В начале XIX г. в России изготавливали самые крупные гальванические батареи, но их практическое применение затруднялось отсутствием мощных источников дешевой электроэнергии. Созданные на основе вольтова столба первые батареи были сложны в эксплуатации и производили небольшое количество дорогой электроэнергии. Из-за слабо развитой промышленности открытие осталось не востребованным долгие годы.

Над дугой Петрова через полвека продолжил работать русский изобретатель Николай Николаевич Бенардос (1842–1905). Ему удалось соединить металлические части электрической дугой (1882).

На основании накопившихся знаний по созданию электрической дуги и разработок мировой электротехники Николай Николаевич Бенардос в 1882 г. создал принципиально новый способ электродуговой резки и сварки металлов названный электрогефестом.

Металл расплавлялся горячей между угольным электродом дугой, и изделием, подключенным к полюсам источника тока. Для обеспечения энергии в достаточном количестве во время возбуждения дуги аккумуляторы подключали к генератору. Но и такой источник питания был далек от совершенства. К лету 1885 г. Н.Н. Бенардос детально разработал технологию сварки чугуна и стали. В 1885 году он обратился в Департамент торговли и мануфактур России с просьбой выдачи ему патента на "Способ прочного скрепления металлических частей и их разъединения непосредственным воздействием электрического тока".

На этот метод Н.Н. Бенардос получил патенты в России, Западной Европе и США. В 1886 году в Москве Николай Николаевич организовал научно-производственную ассоциацию "Электрогефест". С 1886 года началось практическое применение дуговой сварки на различных предприятиях для ремонта и для изготовления различных металлических изделий [3]. К середине 90-х годов XIX века "Электрогефест" нашел применение на заводах Западной Европы и в США для производства новых и ремонта металлических изделий.

Русский инженер Н.Г. Славянов стал создателем нового метода производства металлических конструкций. Он критически отнесся к изобретению Бенардоса и усовершенствовал металлургии сварки. Сварка сталей не всегда получалась удачной из-за содержащихся в ней легирующих компонент и примесей. Металл выгорал и становился хрупким в месте сварки из-за попадания в шов оксидных включений и скопления серы и фосфора.

Н.Г. Славянов заменил неплавящийся угольный электрод металлическим, сходным по химическому составу со свариваемым изделием плавящимся электродом-стержнем. Но качество наплавленного металла при сварке повышала защита сварочной ванны слоем шлака - расплавленного металлургического флюса. Н.Г. Славянов заменил аккумуляторную батарею Бенардоса разработанным им специальным сварочным генератором на 1000 А.

К концу 1880-х годов в мире быстрыми темпами развивается машиностроение, судостроение, энергетика, растет количество стальных отливок. Из-за возникающих дефектов большой объём отливок идёт на переплав. Н.Г. Славянов предлагает новый способ исправления дефектов литья, ремонта деталей машин.

Николай Гаврилович создал удивительный экспонат - металлический двенадцатигранный стакан высотой 210 мм и массой 5330 граммов, наварив на сталь всю гамму конструкционных металлов того времени: бронзу, томпак (сплав меди с цинком), никель, сталь, чугун, нейзильбер (сплав меди с цинком и никелем). За этот экспонат Н.Г. Славянов в 1893 году на Всемирной выставке в Чикаго получил диплом первой степени и золотую медаль.

Н.Г. Славянов большое внимание уделял механизации и автоматизации дуговой сварки. Он изобрёл и применил в работе первый в мире сварочный полуавтомат, элементы которого легли в основу современных автоматических сварочных головок. Постоянство длины дуги поддерживалось двумя соленоидами, которые втягивают железный сердечник и обеспечивают автоматическую подачу электрода.

Изобретение Н.Г. Славянова было запатентовано в 1891 году в Западной Европе, в 1897 году - в США.

Из-за слабо развитой в России электротехнической промышленности применение и дальнейшее развитие электродуговой сварки постепенно сокращалось, а затем практически прекратилось. В то же время новый технологический метод, предложенный Славяновым, не всегда обеспечивал высокое качество соединений и применялся при изготовлении второстепенных металлоконструкций и неответственных изделий. Проблемы возникали при плавлении

стали в дуговом разряде, сопровождаемое выгоранием углерода, марганца и кремния. Требовались новые решения для дальнейшего подъема сварочного производства.

Решением этой проблемы стала идея шведского инженера О. Кельберга покрывать термостойкими неэлектропроводными материалами металлические плавящиеся электроды. Изначально тугоплавкое покрытие применялось для предотвращения стекания электродного металла и защиты расплавленного металла от кислорода и азота при сварке в потолочном положении. В 1917 году новый электрод изобрели американские ученые О. Андрус и Д. Стреса. Их стальной стержень был обернут полосой бумаги, которая дымом оттесняла воздух из зоны сварки. Из-за присутствия натрия новая обмазка способствовала возбуждению дуги с первого касания.

Изобретателями многих стран велись исследования для улучшения качества шва. К концу 20-х годов прошлого века обмазка электродов содержала: для оттеснения воздуха из зоны сварки специальные газообразующие вещества; для улучшения состава и структуры металла шва - легирующие вещества; для защиты расплавленного и кристаллизующего металла от взаимодействия с воздухом - шлакообразующие компоненты и стабилизирующие вещества с низким потенциалом ионизации. Электроды можно получать со специальными свойствами изменяя состав компонентов покрытия.

Под руководством В.П. Вологодина в 1920 году в России на Дальзаводе были возобновлены и выполнены первые крупные сварочные работы по изготовлению сварного резервуара для хранения нефтепродуктов, сварных судов, крупных доков и т. п.

В 1923 году В.П. Никитиным, К.К. Хреновым и А.А. Алексеевым были разработаны генераторы СМ-1, СМ-2, СМ-3. Их принцип работы основан на параллельной намагничивающейся и последовательной размагничивающейся обмотках возбуждения. В 1924 году В.П. Никитин разработал сварочный трансформатор СТН с внутренним реактивным сопротивлением для небольших сварочных токов, в основе, которой лежит комбинация трансформатора и реактивной катушки. К концу 30-х годов были сформулированы три принципа регулирования тока в сварочных трансформаторах: с несколькими выводами, с магнитным шунтом и с регулируемым воздушным зазором; которые отличаются статическими вольт-амперными характеристиками.

В 1928 году заводом "Электрик" (г. Санкт-Петербург) им. Г.И. Петровского стали серийно выпускать покрытые электроды для ручной дуговой сварки.

И только с началом индустриализации нашей страны электросварку стали активно использовать при строительстве промышленных гигантов: Магнитогорска, Кузнецкого металлургического комбината, Днепрогэса. Но обрушение несколько сварных мостов в 1938-1939 годах в Западной Европе показали на проблемы прочности сварных соединений. Потребовались многолетние всесторонние исследования для нахождения способов управления качеством сварного соединения.

В эти годы Евгений Оскарлович Патон организовывает в Киеве при Академии наук УССР лабораторию по исследованию электросварки [4]. В период с 1934 по 1941 год под руководством Е.О. Патона был проведен цикл исследований в области проблем прочности сварных конструкций, их расчета и надежности. Вследствие систематических работ по изучению металлургических и электротехнических процессов дуговой сварки был разработан способ сварки под флюсом [5]. Несомненно, и далее будут продолжаться поиски более совершенных способов сварочных процессов.

В настоящее время технологии сварки стали доступными для применения во всех отраслях промышленности. Но процесс сварки совершенствуется с каждым годом.

В данной работе рассмотрена история создания электродуговой сварки, методы электросварки, применяемые в настоящий момент. Но наука постоянно развивается, перед ней стоят новые задачи, которые ученые решают на основе ранее разработанных методов.

Среди новых методов, получивших широкое практическое распространение, является метод двухкомпонентной сварки для бесстыкового железнодорожного пути, основанный на литьевом способе сварки, что позволяет решать достаточно противоречивые задачи, т.е. обеспечить заданную пластичность металла шва при необходимой износостойкости. Подобная технология сложна, поскольку требует использования расплавленной стали, которая заливается в зазор рельсового стыка.

Я думаю, будущее сварки видится в совершенствовании схем компьютерного управления и внедрении новых материалов [6].

#### **Список литературы:**

1. "СВАРКА - ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ" - В.В. Пешков, А.Б. Коломенский, В.А. Фролов, В.А. Казаков, под редакцией д-ра техн. наук В.А. Фролов Воронеж 2002
2. Орлов В.И. Трактат о вдохновении, рождающий великие изобретения. – М.: Знание, 1980.
3. Корниенко А.Н. У истоков электрогефеста. – М.: Машиностроение, 1987.
4. Патон Б.Е., Корниенко А.Н. Огонь сшивает металл. – М.: Педагогика, 1980.
5. Хренов К.К. Сварка, резка, пайка металлов. – М.: Машиностроение, 1973.
6. [https://www.equipnet.ru/articles/power-industry/power-industry\\_402.html](https://www.equipnet.ru/articles/power-industry/power-industry_402.html)