

КЕРАМАКС



**ИСТОРИЯ
СВАРКИ**

2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

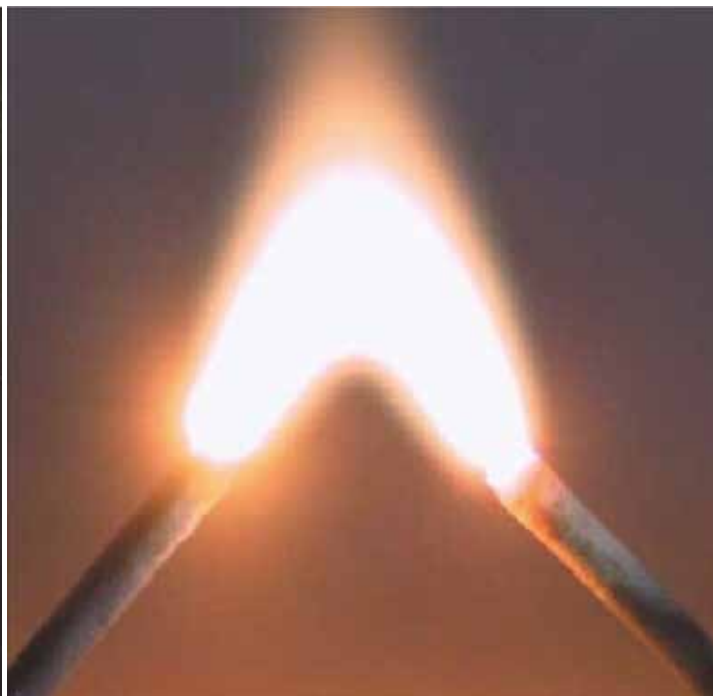


1802

Российская империя

29 мая 1802 года русский электротехник-самоучка Василий Владимирович Петров, вдохновлённый открытием Вольты, открывает миру явление электрической дуги (*на базе усовершенствованного "Вольтова столба"*). Той самой дуги, которой успешно плавят металл сварщики и по сей день.

В то же время Петров делает ещё одно грандиозное открытие - явление различного сопротивления тех или иных металлов к электрическому току.



Легендарный учёный Василий Владимирович Петров и наглядное изображение открытой им электрической дуги в воздухе.

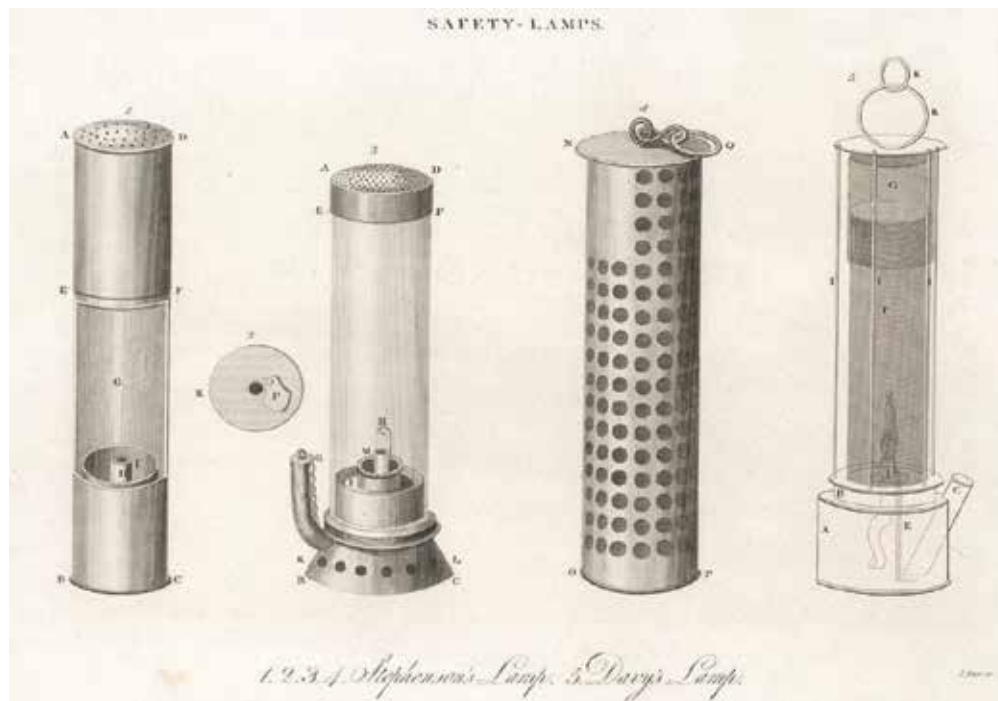
1836

Великобритания

Спустя три десятилетия, английский учёный - химик Эдмунд Дэви, в 1836г. создаёт колоссальное открытие для мировой сварки: газ ацетилен, который используется для сваривания металла по сегодняшний день.



Эдмунд Дэви (1785 - 1857), английский химик



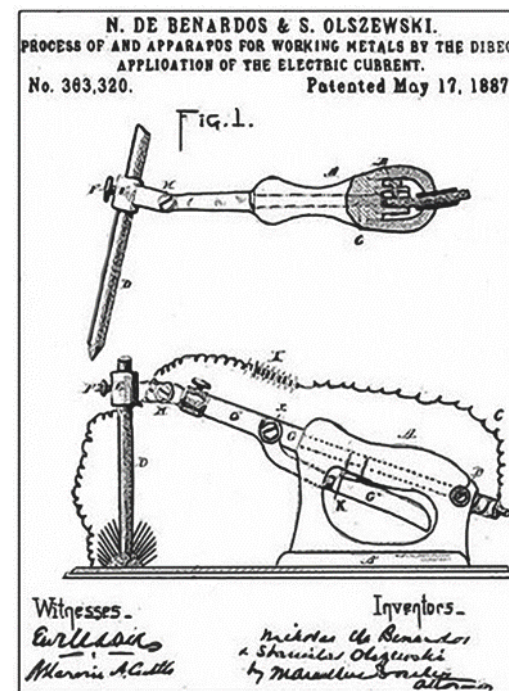
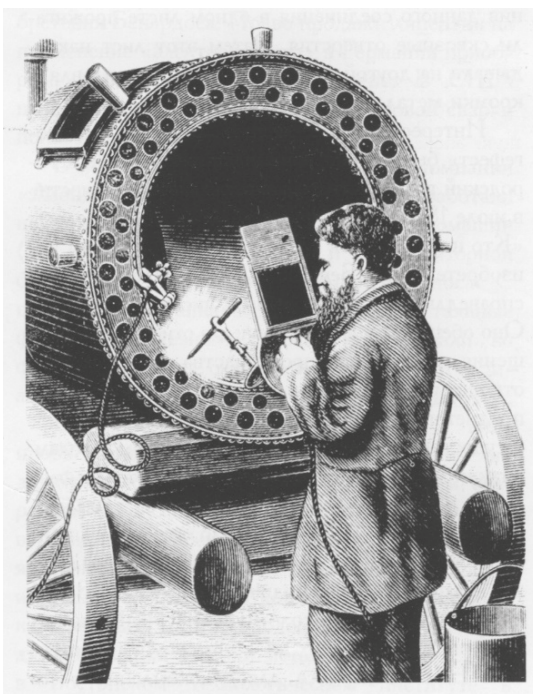
Современная газовая сварка труб с применением ацетилена.

Само название этому газу, правда, ещё спустя три десятка лет (в 1863 году), дал французский химик Марселен Бертло, ну а газовая сварка ацетиленом появилась ещё на три десятка лет позже, когда производство карбида (основной компонент получения ацетилена) наладилось в промышленных объёмах, а его стоимость уменьшилась в сотни раз.

1881

Франция

На международной электрической выставке, проходившей в Париже, русский инженер Николай Николаевич Бенардос, демонстрирует сварочный аппарат с названием "ЭлектроГефесть". Электросварка Бенардоса могла сваривать, резать и наплавлять металлы с помощью угольного электрода под воздействием электричества и стала официально первым широко признанным аппаратом электросварки по всему миру.



Русский инженер, изобретатель электрической дуговой сварки

Изобретение Николая Николаевича - электросварка "ЭлектроГефесть"

Николай Николаевич Бенардос (1842–1905)

1888

Российская Империя

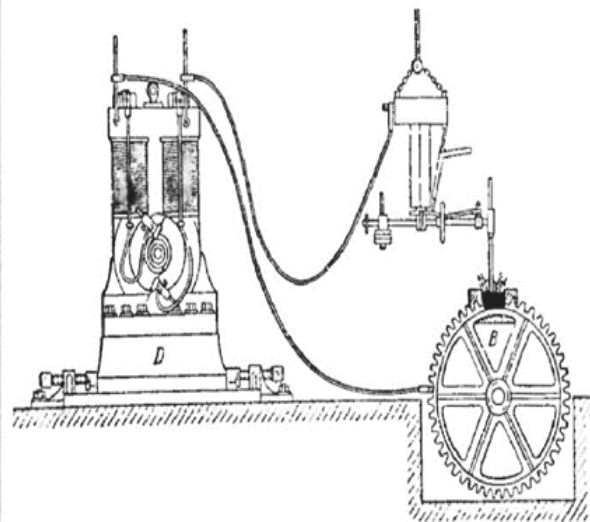
В ноябре 1888 года, талантливый инженер - изобретатель Пермских пушечных заводов Николай Гаврилович Славянов, впервые в мире демонстрирует электродуговую сварку металлическим плавящимся электродом (*отдалённый аналог современного*).



*Русский горный инженер (1854 – 1897)
Николай Гаврилович Славянов*



*Свой способ соединения металлов Н.Г. Славянов назвал "отливкой"
Схема сварочного аппарата Николая Гавриловича - "плавильник".*



Фиг. 45. Схема включения плавильника Славянова.

Славянов собственноручно сваривает перед комиссией коленчатый вал паровой машины, с помощью лично изобретённых электродов и сварочного аппарата по принципу динамо - машины, в которой был впервые предложен полуавтоматический регулятор длины сварочной дуги.

1888

Российская Империя

Для демонстрации уникальных возможностей своей электросварки и электродов, Николай Гаврилович сварил восемь различных (цветных и черных) металлов и сплавов, качественное соединение которых ранее считалось невозможным: колокольную бронзу, томпак, никель, сталь, чугун, медь, нейзильбер (сплав меди с никелем и цинком) и бронзу.



*Н.Г. Славянов в компании своих учеников:
Пермский пушечный завод, 1888 год*

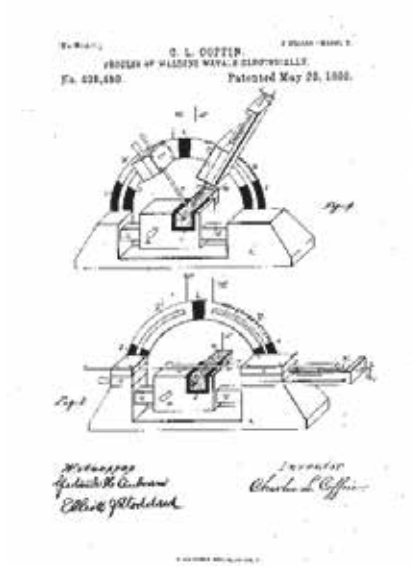
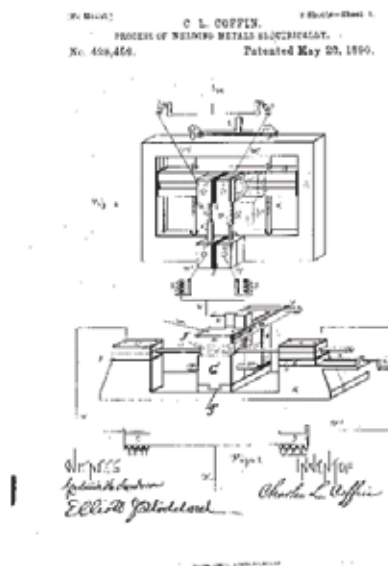


*Экспонаты музея имени Н.Г.Славянова в Перми: "стакан Славянова" и
сваренный им колокол.*

1890

США

Идею Славянова подхватывает предприимчивый изобретатель из Детройта - Чарльз Л. Коффин и оформляет патент на процесс дуговой сварки с использованием металлического электрода, чего не сделал Николай Гаврилович.



Чарльз Л. Коффин из Детройта, США

Патент 428,459 на процесс дуговой сварки с использованием металлического электрода

Процессы сварки были практически идентичными - американец, так же как и Славянов, использовал слой шлака для защиты от вредного влияния атмосферы и прочие тонкости.

Однако выдающийся русский инженер называл свой способ соединения металлов - "отливкой", в то время как Коффин ввёл новое понятие - "сварка" (англ. "welding" - сваривание), которое используется и сегодня.

1906

Швеция, Гётеборг

Легендарный основатель всемирноизвестной сварочной компании ESAB Оскар Чельберг получает патент на своё личное уникальное изобретение - первый в мире покрытый сварочный электрод.



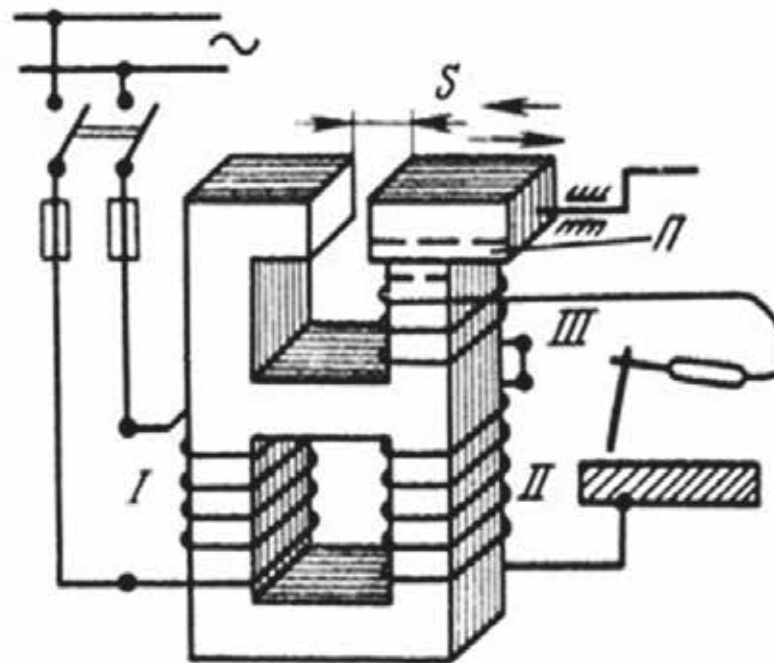
Шведский изобретатель и промышленник
Оскар Кьелльберг (1870–1931)

Тот самый электрод, который мы привыкли видеть сегодня: металлический стержень, покрытый застывшей обмазкой из различных элементов для защитных функций дуги.

Применение сварки в промышленных объемах требовало создание и скорейшего внедрения в массовое производство надежных источников питания, гарантирующих стабильное горение дуги.



Советский учёный в области электротехники и сварки Василий Петрович Никитин



1925г., Разработка новой схемы сварочного трансформатора типа СТН

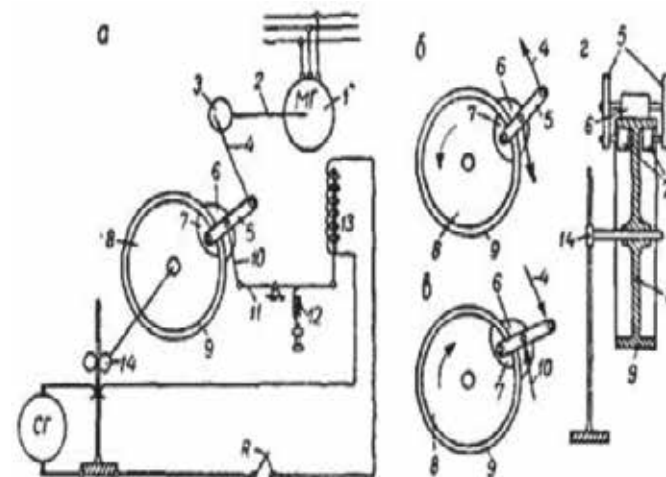
В 1924 году на Ленинградском заводе «Электрик» запустили производство сварочного генератора СМ-1 и сварочного трансформатора с нормальным магнитным рассеянием СТ-2.

В том же году советский ученый Василий Петрович Никитин (1893 – 1956 гг.) разработал принципиально новую схему сварочного трансформатора типа СТН, выпуск которых был начат заводом «Электрик» в 1927 году.

1927 СССР

Несколько десятилетий назад талантливый инженер-изобретатель Николай Гаврилович Славянов применял для защиты расплавленного металла от воздействия воздуха битое стекло.

В 1927 г. – 1928 г. известный изобретатель Дмитрий Антонович Дульчевский, работавший в Одесских железнодорожных мастерских, разработал технологию автоматической сварки и свой первый автомат для сварки под флюсом.



*Российский советский изобретатель, (1879-1961),
Дмитрий Антонович Дульчевский*

Д. А. Дульчевский создал сварочный автомат непрерывного действия

Данный сварочный автомат нашёл практическое применение на железнодорожном транспорте, главным образом для выполнения наплавочных работ.

1932 СССР

В 1932 г. Константин Константинович Хренов разработал электроды для подводной сварки и провел натурные испытания в Черном море. В середине 30-х гг. ручная дуговая сварка под водой была применена для ряда работ, например для ремонта парохода «Уссури» и подъема парохода «Борис». Однако в те годы подводная сварка применялась эпизодически.



Советский ученый, Академик АН УССР, Константин Константинович Хренов (1894 – 1984)

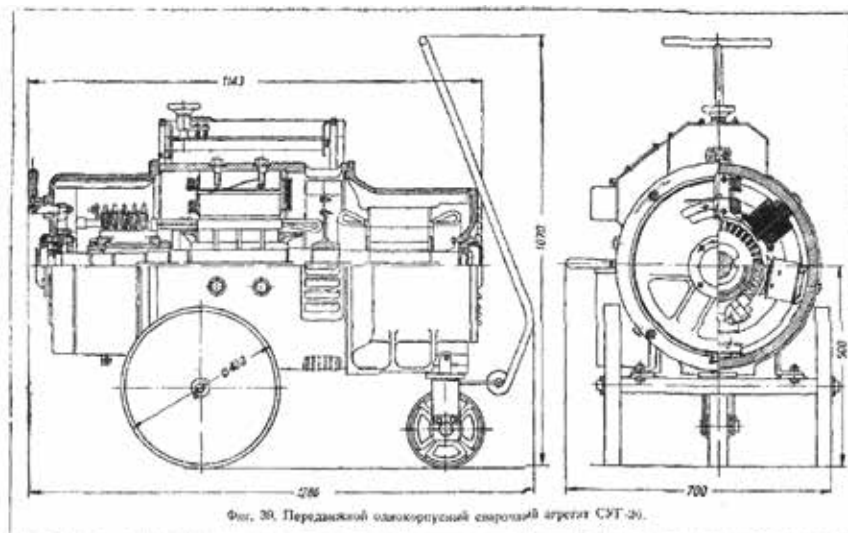
В 1932 Константин Константинович разработал специальные электроды для сварки под водой, а в 1933 опубликовал описание метода в журнале “Сварщик”. Первое практическое применение состоялось в 1936 году.

1937 СССР

В 1937 году Наркомат вооружений (НКВ) СССР поставил задачу учёному Константину Вацлавовичу Петране создать с коллегами на базе научного исследовательского института под кодом 13 (НИИ-13) лабораторию сварки, на которой они должны были изобрести качественные электроды нового поколения.



*Фото разработчиков электродов УОНИ-13.
Слева К.В. Петрань и справа Н.М. Кизин*



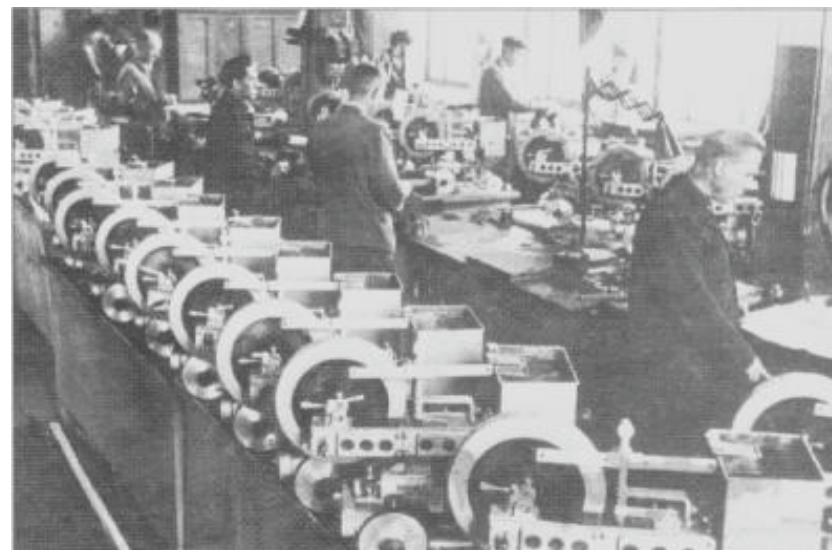
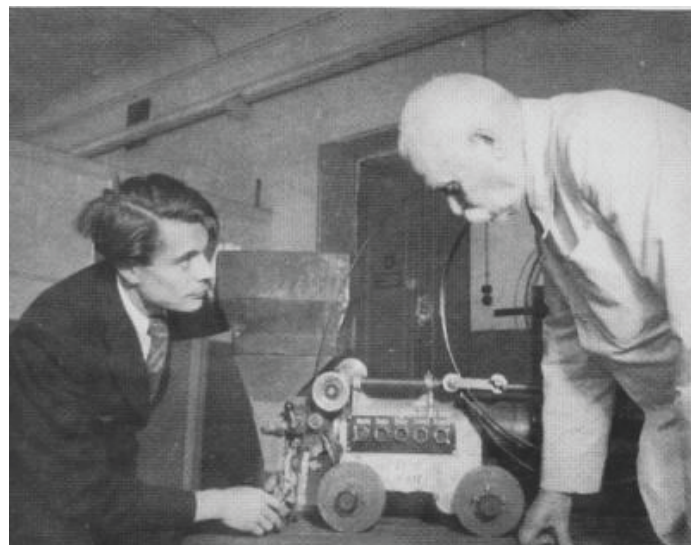
Сварочная машина «СУГ-26».

Советским разработчикам удалось изготовить идеальную смесь для обмазки электрода (метод окунания), а для наиболее точного тестирования электродов сварка осуществлялась всегда одним квалифицированным сварщиком с использованием сварочной машины «СУГ-26».

Своё название электроды получили по названию первых букв материала и аббревиатуры **НИИ-13**: У – универсальная, О – обмазка, Н – научно-исследовательского, И – института, 13 – номер 13.

1939 СССР

В 1939 г. коллективом Института электросварки под руководством и при непосредственном участии Е.О. Патона на основе идей, выдвинутых еще Н.Г. Славяновым, был разработан отечественный способ механизированной сварки, получивший тогда название «скоростная автоматическая сварка голым электродом под слоем флюса».

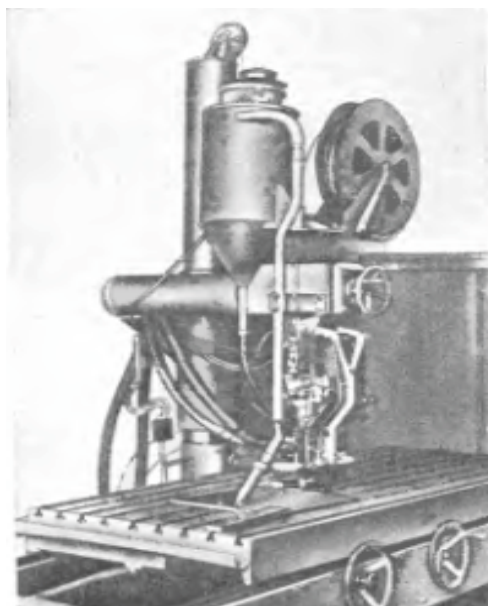


Скоростная автоматическая сварка голым электродом под слоем флюса

Для повышения производительности в институте решили повышать силу тока и засыпать слоем флюса свариваемые поверхности, чтобы изолировать их от воздуха и обеспечить качество швов. Евгений Оскарович Патон поставил перед Институтом электросварки сверхзадачу: автомат должен быть готов в 1940 году!

1940 СССР

В 1940 г. коллектив Института электросварки создал сварочный автомат А-66. Электрическая схема этого автомата обеспечивала возбуждение дуги, поддержание постоянной длины дуги и напряжения и заварку кратера в конце шва. Также был разработан самоходный сварочный аппарат САГ-4 и серия специализированных тракторов типа ТС для автоматической сварки под флюсом.

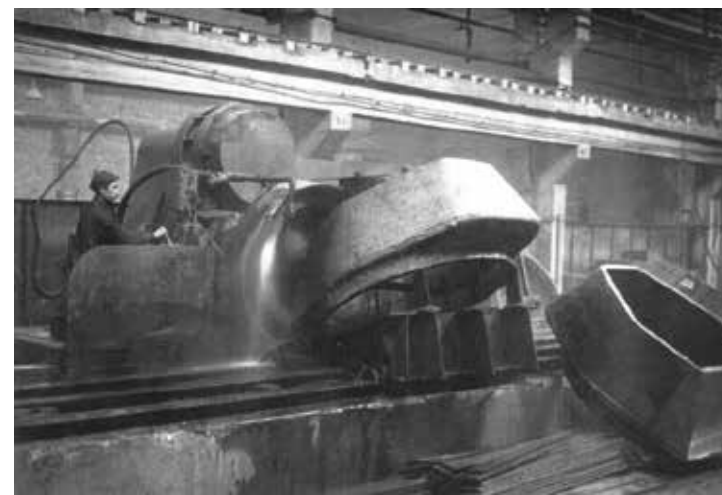


Евгений Патон у первой модели своего сварочного автомата

Впервые этот способ соединения металлов был продемонстрирован в лаборатории Института электросварки в июле 1940 г. Был сварен стыковой шов металла толщиной 13 мм за один проход с неслыханной для того времени скоростью 32 м/ч, что во много раз превышало скорость ручной сварки.

1941 СССР

Одним из самых больших достижений сварщиков в годы войны является внедрение автоматической сварки под флюсом, особенно в производстве танков. В этом большая заслуга принадлежит Евгению Оскаровичу Патону и руководимому им коллективу научных сотрудников Института электросварки АН УССР.



*Советский ученый в области сварки,
Дятлов Владимир Иванович (1907—1969)*

Линии автоматической сварки под флюсом, СССР

В сварных швах возникали трещины. Уже на Урале осенью 1941 г. экспериментальные и теоретические исследования дали возможность выяснить причины возникновения трещин в сварных швах на броневых сталях. Были разработаны способы устранения появления трещин путем введения в зону сварки низкоуглеродистой проволоки, снижающей содержание углерода до 0,16%. Руководителем этих работ был Владимир Иванович Дятлов (Институт электросварки АН УССР).

За 5 месяцев 1941 г. были смонтированы и пущены в эксплуатацию девять автоматических установок для сварки отдельных узлов танков, разработан технологический процесс, смонтированы и пущены установки для скоростной сварки авиабомб, подготовлены сварщики, работающие на автоматах и мастера-наладчики.

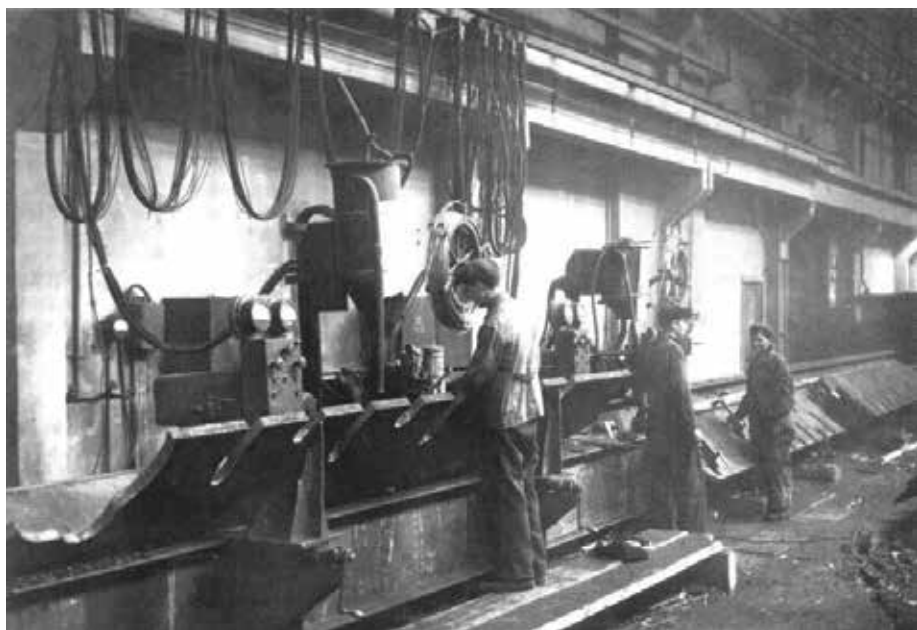
1942 СССР

В истории Т-34 много впечатляющих подвигов. Одним из них стал рекордный запуск производства на **Челябинском тракторном заводе**, который с началом войны превратился в самый большой в мире танковый конвейер или, как его называли в народе, **Танкоград**. В разгар войны завод подвергся реконструкции и молниеносно освоил выпуск танков Т-34: чертежи рабочие получили *22 июля 1942 года*, а *всего спустя месяц была готова первая Челябинская «тридцатьчетверка»*. К концу 1943 года завод собирал по 25 танков ежедневно.



Челябинский тракторный завод 1942 год, выпуск танков Т-34

Часть «тридцать четвертых» выпускалась с уникальной литевой башней без швов. Технология цельной отливки стенок позволяла сделать башню танка более крепкой. Литевая башня выдерживала до 10-12 попаданий снарядов – в два-три раза больше, чем сварная. Кроме того, сборщики получали выигрыш в скорости – готовая башня практически сразу после отливки ставилась на танк. Подобную технологию немцы так и не освоили до конца войны.



Уральский танковый завод №183 в Нижнем Тагиле.



Установка башен на конвейер окончательной сборки танков Т-34.

В январе 1942 г. были сварены под флюсом борта первого в мире сварного танка. Убедительные результаты получены при испытании танка на полигоне. Один борт танка сварили автоматом под флюсом, а другой - вручную. После обстрела танка с весьма короткой дистанции оказалось, что автоматные швы остались целыми, а швы, сваренные вручную, во многих местах были разрушены.

1942 СССР

На Уральском танковом заводе, образованном в результате объединения завода имени Коминтерна, прибывшего из Харькова и местного вагоностроительного, были смонтированы и пущены 19 установок для автоматической сварки танковых корпусов, а также запущена в действие первая в мире поточная линия для изготовления бронекорпусов танков.



Уральский вагоностроительный завод имени Ф. Э. Дзержинского (Уралвагонзавод) 1942 год, Нижний Тагил (Завод № 183).



Автоматизированная сварка броневых танковых плит по методу академика Патона

1945

Сравнение сварочных технологий СССР и Германии

Основными видами сварки в иностранных государствах во время войны, впрочем как и в СССР, были: точечная сварка (производство огнестрельного оружия), ручная дуговая сварка покрытыми электродами (производство бронированной техники, кораблестроения) и сварка автогеном (авиация). Немцы не нуждались в новых видах сварки, так как на них работали крупные машиностроительные ресурсы захваченных стран - Чехии, Бельгии, Франции, Италии и Швеции.

Темп строительства сварных конструкций во всех странах был высоким, но СССР на порядок опережал противника из-за огромного вклада советского академика Патона, который в начале войны изобрел и внедрил в советское производство новый и быстрый вид сварки - автоматическая сварка под слоем флюса.



Советский танк Т-34, технология автоматической сварки под флюсом



Руководство Патона, 1942г. по автоматической сварке под флюсом и руководство по автогенной сварке немецкого учёного Холлера, 1943г.



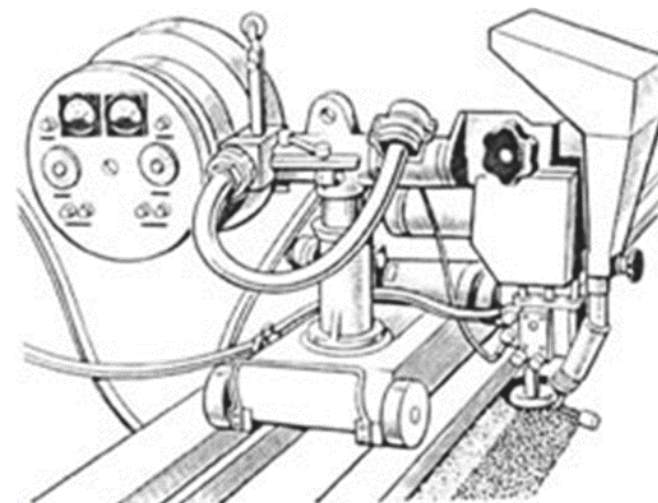
Немецкие сварщики производили сварку корпусов танков ручной дуговой сваркой.

Руководства академика Патона по совершенно новому виду сварки и руководство по автогенной сварке немецкого учёного Холлера наглядно показывают развитие сварки двух стран тех лет.

После переломных моментов и серьезных потерь в танковых сражениях с СССР, Германия начала активно искать способы автоматизации сварки, однако так ничего не добилась. Основным видом сварки по-прежнему оставалась - ручная дуговая сварка с применением электродов из аустенитной проволоки и обмазки на основе никеля с фтористо-кальциевым покрытием.

1946 – 1947 СССР

В 1946 - 1947 годах в Институте электросварки была разработана серия специализированных тракторов ТС-11 и ТС-12 (для сварки стыковых швов соответственно с обработкой и без обработки кромок), ТС-13 (для сварки угловых соединений «в лодочку»)



ТС-17 на полевом стане газопровода Дашава - Киев. 1946-1947.

В 1947 году был создан трактор ТС-17 для сварки стыковых и угловых швов. В этом аппарате удалось оптимально совместить сравнительно небольшие размеры и массу (42 кг) с простотой в эксплуатации. Копирующим элементом трактора служит сам аппарат, в котором в зависимости от типа сварного соединения передние или задние колеса заменяют клинообразными роликами.

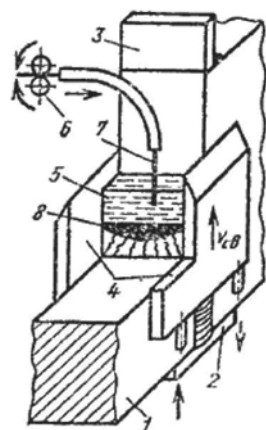
Несколько вариантов настройки трактора ТС-17 делают его универсальным, в том числе он позволяет выполнять сварку круговых швов внутри сосудов. На его основе, с небольшими переработками, были разработаны аппараты для дуговой сварки тонкой проволокой, сварки алюминия по слою флюса, плазменно-дуговой сварки (А-1044, А-1054), однодуговой сварки стыковых соединений листового материала за один проход на скользящей водоохлаждаемой медной подкладке с одновременным формированием обратной стороны шва (ТС-32 и ТС-44).

Продолжая работать над технологией дуговой автоматической сварки под флюсом вертикальных швов с принудительным формированием, Г.З. Волошкевич обнаружил, что в некоторых случаях (при глубине шлаковой ванны более 40 мм, перегреве ванны) дуговой процесс становится неустойчивым и даже прекращается, однако электродный металл, флюс и кромки плавятся.

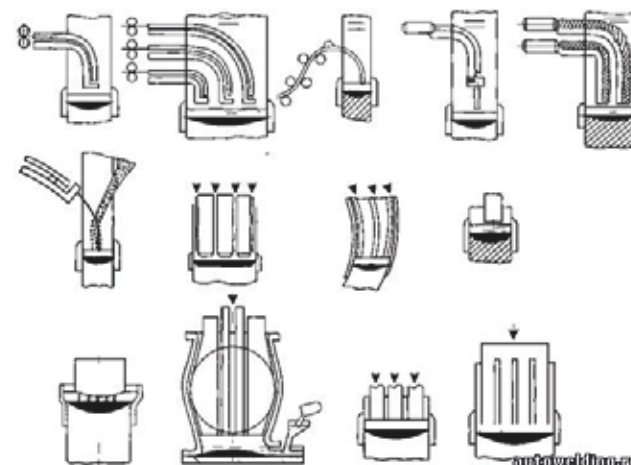
Процесс плавления осуществляли за счет теплоты омического сопротивления при прохождении тока через жидкий шлак. В 1949 г. на основе этого процесса в ИЭС начали разрабатывать электрошлаковую сварку (ЭШС).



Схема электрошлаковой сварки



- 1) свариваемые заготовки;
- 2) продольная планка;
- 3) поперечная планка;
- 4) водоохлаждаемые медные ползуны;
- 5) электропроводный шлак;
- 6) механизм подачи проволоки;
- 7) электродная проволока;
- 8) сварочная ванна;
- 9) $V_{св}$ – скорость сварки.



Георгий Зосимович Волошкевич (1911—1986), советский учёный— технолог сварки

Первыми приняли участие в освоении и совершенствовании нового вида сварки Таганрогский котельный завод «Красный котельщик» (ТКЗ), Барнаульский котельный завод и Новокраматорский машиностроительный завод им. И.В. Сталина (НКМЗ). На ТКЗ были сварены сосуды высокого давления с толщиной стенки 90 мм.

1951 СССР

К флюсам, предназначенным для электрошлаковой сварки, предъявляют специальные требования, обусловленные физико-химическими особенностями процесса. С 1951 г. Институт электросварки имени Е. О. Патона начал целенаправленную разработку сварочных материалов.



РАЗРАБОТАН Институтом электросварки им. Е. О. Патона АН УССР
Директор института академик Патон Б. Е.
Зам. директора по научной работе канд. техн. наук Казмиров А. А.
Руководитель темы д-р техн. наук Погаецкий В. В.

ВНЕСЕН Институтом электросварки им. Е. О. Патона АН УССР
Зам. директора по научной работе канд. техн. наук Казмиров А. А.

ПОДГОТОВЛЕН К УТВЕРЖДЕНИЮ Отделом металлургии Комитета стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР
Начальник отдела Федин Б. В.
Ст. инженер Кузнецова И. И.

Научно-исследовательским отделом стандартизации, унификации и агрегатирования сварочного оборудования Всесоюзного научно-исследовательского института по нормализации в машиностроении (ВНИИМАШ)
Начальник отдела Лучанский Л. Х.
Руководитель темы Родин И. З.

УТВЕРЖДЕН Научно-технической комиссией Комитета стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР (протокол № 171)
Председатель комиссии зам. председателя Комитета Миклованов А. П.
Зам. председателя комиссии член Комитета Богатов А. В.
Члены комиссии — Антоновский А. И., Гаркаленко К. И., Степанов А. В., Федин Б. В.

ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Комитета стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР от 13 марта 1969 г. № 356



По химическому составу их можно разбить на несколько групп: высококремнистые марганцевые марок ФЦ-7, АН-348, АН-8; низкокремнистые марганцевые марок 48-Оф-6, АН-25; фторидные марок АНФ-1, АНФ-5 и др. Опыт применения электрошлаковой сварки показал, что лучшими технологическими свойствами при сварке углеродистых и низколегированных сталей отличается флюс марки АН-9У.

1953 СССР

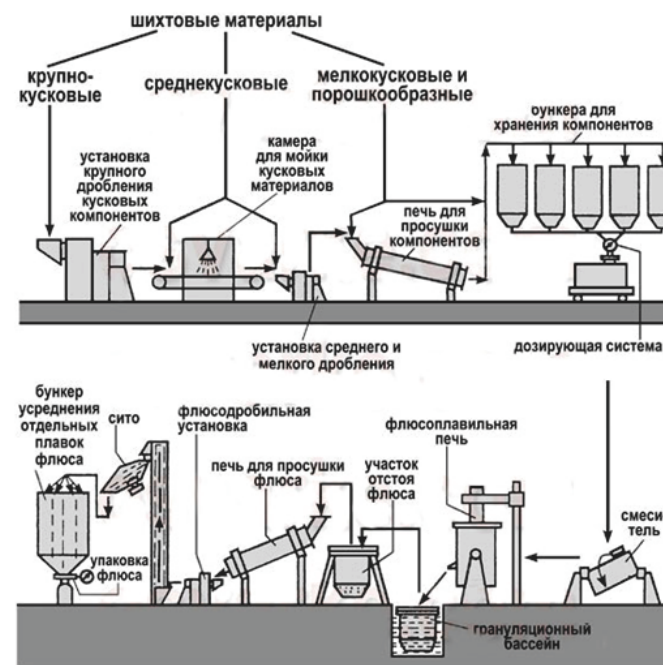
В 1952 - 1953 гг. Е.О. Патон комплексно разрабатывает проблемы сварного мостостроения, возглавляет работы по проектированию и изготовлению первых цельносварных мостов, в которых широко применена автоматическая сварка под флюсом.



Первый цельносварной мост через Днепр, Построен в 1953 году, движение по мосту открыто 5 ноября 1953 года.

Элементы моста сваривали на заводе автоматической сваркой под флюсом сварочным трактором. Аппарат состоит из ходовой тележки, катушки, электродной проволоки, пульта управления, головки.

В 1956 году на Челябинском трубопрокатном заводе запускается флюсоплавильное производство, которое входило в состав трубоэлектросварочного цеха №6 и являлось основным из его участков.



Плавленные флюсы изготавливались путем сплавления марганцевой руды, мела, песка, доломита, плавикового шпата и других материалов в специальных печах.

1965 СССР

В Мемориальном доме-музее изобретателя электросварки Н.Г. Славянова хранится образец сварки, выполненной в космосе в 1980-е годы.



Советская установка «Вулкан» для дуговую, плазменную и электронно-лучевую сварку.



Образец сварки, выполненной в космосе в 1980-е годы

А началось всё в далёком 1965 году, когда Сергей Павлович Королев высказал необходимость проведения испытаний по сварке и резке в Космосе. Основные отличия космических условий от земных – это вакуум, невесомость, широкий интервал температур и неограниченная скорость диффузии газа.

1969 СССР

Первый опыт по сварке в космосе был получен 16 октября 1969 г. на корабле «Союз-6» - советские космонавты Г.С. Шонин и В.Н. Кубасов использовали установку «Вулкан». Установка позволяла в автоматическом режиме выполнять дуговую, плазменную и электронно-лучевую сварку.

При дуговой сварке в условиях космоса в наибольшей степени изменяется процесс переноса электродного металла.

Капля вырастает до больших размеров, которые на земле не удастся получить, в несколько раз больше диаметра электрода, держится на конце электрода долго – около 3 с.

Увеличение размера капли снижает плотность тока, уменьшает устойчивость горения дуги. Механические свойства шва достаточно высокие, дефектов не больше, чем в земных условиях.



Наилучшие результаты в космосе были достигнуты при электронно-лучевой сварке. Питание электронно-лучевой пушки осуществлялось от аккумуляторной батареи.

Постоянное напряжение преобразовывалось в переменное с помощью инверторов, затем с помощью трансформатора повышалось и выпрямлялось.

В пушке вместо магнитной фокусировки применена электростатическая, что упростило конструкцию и снизило вес установки.

В период с 1979 по 1984 г. в космосе проводились эксперименты по нанесению тонкопленочных металлических покрытий на образцы из конструкционных сталей методом термического испарения и конденсации.

Светлана Савицкая - первая сварщица в открытом космосе

1984 СССР

Исследования проводились на установках типа «Испаритель», оснащенных двумя электронно-лучевыми пушками. Всего было получено около 100 образцов, в ряде случаев с уникальными свойствами.



Советские космонавты Светлана Савицкая и Владимир Джанибеков



14 июля 1984 г. космонавтами С.Савицкой и В.Джанибековым были впервые проведены эксперименты по электронно-лучевой сварке с выходом в открытый космос. Применялся сварочный аппарат УРИ (универсальный ручной инструмент).

Он позволял осуществлять сварку, резку, пайку, нагрев металла, нанесение покрытий. Все эти операции выполнялись короткофокусной электронно-лучевой пушкой, которую космонавт держал в руке. Масса всего аппарата около 30 кг, а электронно-лучевой пушки – 2,5 кг. Потребляемая мощность – 750 Вт.

