

История сварочной техники и технологии

Разработка и развитие сварки под флюсом

Разработка и развитие сварки под флюсом

Идея этого способа сварки появилась не на пустом месте.

Еще Н.Г. Славянов применял для защиты расплавленного металла от воздействия воздуха битое стекло.

В 1927 г. известный изобретатель **Д.С. Дульчевский**, работавший в Одесских железнодорожных мастерских, разработал свой **первый автомат для сварки под флюсом**.

Разработка и развитие сварки под флюсом

Над проблемой дуговой сварки голым электродом с отдельной подачей флюса к дуге работали как в нашей стране, так и за рубежом.

В начале 30-х годов прошлого века в США был построен завод по производству сварных труб с помощью **автоматической дуговой сварки с использованием флюсов.**

В 1934 г. фирма «Дженерал электрик» использовала для автоматической сварки голой проволокой флюс, предложенный В. Миллером и состоящий **из полевого шпата и диоксида титана.** Измельченные в порошок компоненты смачивали водой и **в виде пасты** наносили на изделие перед сваркой.

В 1936 г. был получен патент на способ **автоматической дуговой сварки под флюсом под названием «Юнионмелт».**

Разработка и развитие сварки под флюсом

В 1939–1940 гг. 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»**.

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.

Разработка и развитие сварки под флюсом

Создание данного способа сварки потребовало разработки **оборудования принципиально нового типа.**

Была создана аппаратура для подачи флюса в зону сварки, удержания его на месте сварки, сбора неиспользованного флюса для его повторного использования.

Кроме специальных источников питания, обладающих требуемыми сварочно-технологическими характеристиками, можно выделить аппараты для сварки: **сварочные трактора и самоходные головки**, которые, как минимум, обеспечивали возбуждение дуги в начале процесса, поддержание ее горения во время сварки и заварку кратера в конце шва.

Разработка и развитие сварки под флюсом

Характерным для отечественного оборудования является широкое использование **механизмов с постоянной скоростью подачи электрода и скоростью сварки.**

Однако первоначально для поддержания постоянной длины дуги использовали более сложные **двухдвигательные конструкции подающих механизмов** и соответствующие схемы управления.

Разработка и развитие сварки под флюсом

В 1942 г. В.И. Дятлов, старший научный сотрудник Института электросварки (работавший в то время заведующим лабораторией на Уралмашзаводе), открыл явление **саморегулирования мощной электрической дуги.**

Было замечено, что имеется **зависимость между электрическими параметрами режима (током и напряжением) и скоростью подачи проволоки.** Причем их оптимальное соотношение устанавливается без специального регулирования источника питания. При этом изменяется и расход энергии на плавление металла и флюса.

Разработка и развитие сварки под флюсом

Например, если напряжение увеличивалось, то расход теплоты на плавление электродного металла уменьшался, и электрод плавился медленнее.

Получалось, что скорость подачи опережает скорость плавления электрода, стремясь восстановить прежнюю длину дуги.

Сварочные головки нового типа комплектовались **асинхронными двигателями с неизменной частотой вращения**. Для изменения скорости подачи электрода применили **одноступенчатый редуктор со сменными шестернями**.

Разработка и развитие сварки под флюсом

Значительно упростилась схема управления аппаратом.

Проводя исследования, В.И. Дятлов пришел к выводу, что саморегулирование процесса нарушается при использовании источника питания с крутопадающей внешней характеристикой, а также при малых плотностях тока на электроде.

В связи с этим им предложено использовать для автоматической дуговой сварки **генераторы постоянного тока с жесткой внешней характеристикой.**

Разработка и развитие сварки под флюсом

Еще одно направление в развитии конструкций сварочных головок было создано коллективом ученых ЦНИИТМАШа: для плавного регулирования скорости подачи проволоки использована **фрикционная передача**, а для сварки угловых швов предусмотрена **возможность наклона головки**.

Разработка и развитие сварки под флюсом

В эти же годы разработаны и **основные схемы компоновки головок и транспортирующих механизмов**, которые применяются и в настоящее время:

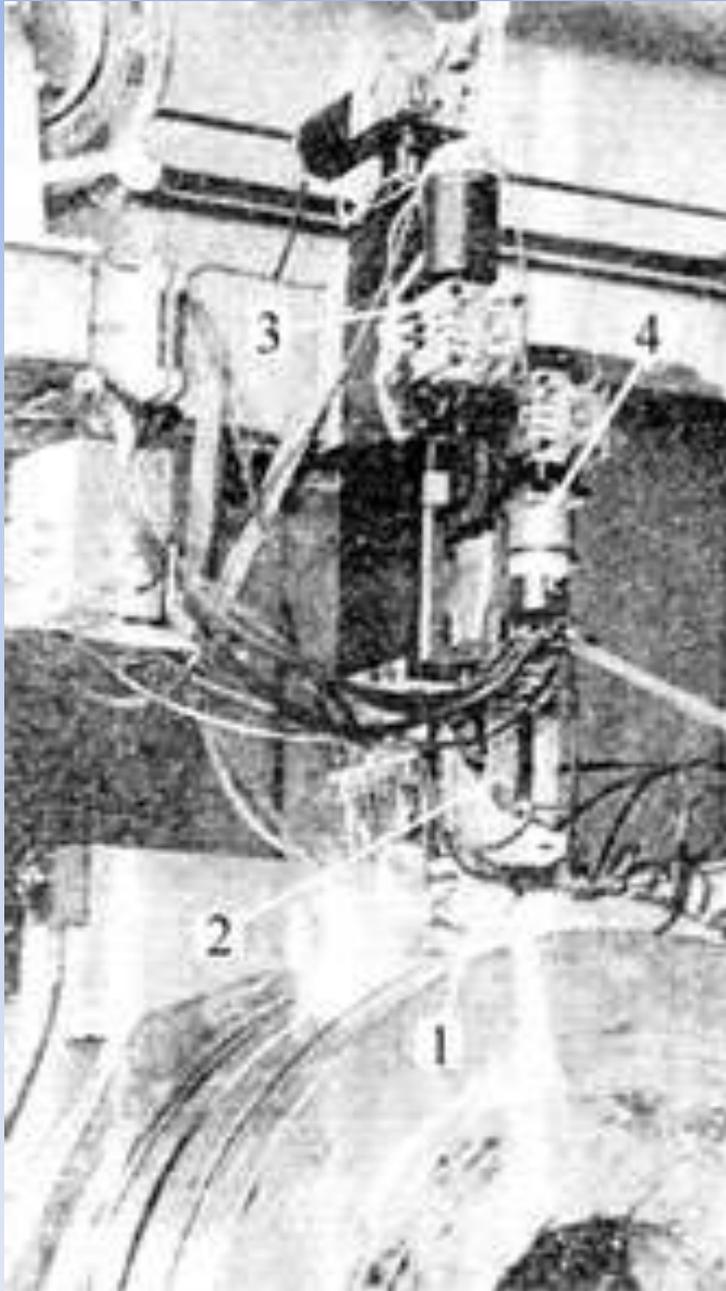
- крепление головки на самоходной тележке, перемещающейся по направляющим балкам;
- крепление головки на неподвижной или движущейся по рельсам колонне;
- установка головки на тележке, перемещающейся непосредственно по поверхности изделия – такие аппараты получили название сварочных тракторов.

Разработка и развитие сварки под флюсом



Автоматическая сварка под флюсом плоскостных конструкций трактором ТС-17

Разработка и развитие сварки под флюсом



**Автомат для сварки наружных
кольцевых швов:**

1 – защитное устройство;

2 – мундштук;

3 – суппорт;

4 – механизм подачи проволоки

Разработка и развитие сварки под флюсом

Во время Великой Отечественной войны в Институте электросварки, который активно включился в работу на нужды оборонной промышленности в Нижнем Тагиле на Уралвагонзаводе, где изготовлялись знаменитые танки Т-34, начал свою научно-техническую деятельность **Б.Е. Патон**, проводя исследования по **автоматическому регулированию процессов сварки с непрерывной подачей в зону дуги присадочных материалов.**

В результате были определены **основные требования к статическим и динамическим характеристикам приводов систем автоматического регулирования**, положенные в основу при создании первого поколения полуавтоматов, использующих **тонкую электродную проволоку в сочетании с защитными флюсами и газами.**

Разработка и развитие сварки под флюсом

Позже Борис Евгеньевич занялся изучением физических процессов в дуге, определяющих перенос сварочного материала в расплавленную ванну в целях поиска **способов снижения разбрызгивания.**

Им было установлено существенное влияние на этот процесс внешних характеристик источников питания, в частности показана целесообразность использования для полуавтоматической и автоматической сварки **источников питания с жесткой внешней характеристикой.**

Эти результаты исследований стали основой для разработки способов **сварки в углекислом газе и смесях газов, импульсно-дуговой сварки.**

Разработка и развитие сварки под флюсом

По известным к середине 30-х гг. прошлого века сведениям следовало, что применение флюса помогает решить ряд задач получения качественного сварного соединения.

Он должен был не только прикрыть жидкий металл ванны от воздуха, но и **обеспечить введение в строго определенном количестве дополнительных легирующих элементов в металл шва, связать и перевести в шлак вредные примеси (серу и фосфор).**

Флюс, а после расплавления шлак, **должен быстро и активно взаимодействовать с жидким металлом ванны и каплями электродного металла и также быстро покидать металлическую ванну,** как только необходимые металлургические реакции будут завершены.

Шлак после охлаждения должен **легко отделяться от шва.**

Разработка и развитие сварки под флюсом

Методом проб и ошибок, применяя термодинамические законы, удалось создать **способы расчета состава флюса**, который обеспечивал получение высококачественного шва с заранее рассчитанным составом.

Одним из основоположников данного направления сварочной науки – **металлургии сварки** – является **В.И. Дятлов**.

Эксперименты начинались с применения бутылочного стекла, которое ученые дробили, просеивали и отбирали гранулы размером в поперечнике 1–4 мм. Их подавали в зону сварки. Результаты этих опытов показали принципиальную возможность защиты ванны.

Разработка и развитие сварки под флюсом

Дальнейшие исследования показали, что в шихту, из которой выплавляется флюс, необходимо вводить много различных компонентов, а в качестве исходного сырья можно использовать **природные минералы (мел, рутил, плавиковый шпат, мрамор, железную руду и т.д.)**.

При плавлении в печах из исходных компонентов образовывались новые соединения, обеспечивающие быстрое протекание металлургических реакций в сварочной ванне.

Разработка и развитие сварки под флюсом

Уже в 1939 г. в Институте электросварки был разработан **флюс для сварки угольным электродом**, а в 1940 г. – создан первый специальный **флюс для сварки плавящимся электродом низкоуглеродистых и углеродистых сталей**, вошедший в историю отечественной сварки под индексом **АН-1**.

Существенный вклад в разработку новых составов флюсов внесли ученые ЦНИИТМАШ во главе с **К.В. Любавским**. Ими в начале 1941 г. был создан **плавленый флюс ОСЦ-45**, широко применяемый до сих пор для **автоматической сварки сталей обычной, средней и повышенной прочности**.

Разработка и развитие сварки под флюсом

Дальнейшие работы в этом направлении позволили создать широкую гамму плавящихся флюсов для сварки практически любых сталей и сплавов.

Другим направлением в разработке флюсов для автоматической сварки послужили работы **К.К. Хренова**.

Он предложил сухие тонкоизмельченные и перемешанные компоненты флюса замешивать на **водном растворе жидкого стекла**. Затем из этой массы формовали гранулы. Их сушили, измельчали и просеивали, получая частицы определенной крупности (0,5–2 мм).

Флюсы, изготовленные подобным образом, получили название **керамических**.

Разработка и развитие сварки под флюсом

Константин Константинович Хренов — специалист в области металлургии и сварки металлов, доктор технических наук (с 1940), академик АН УССР (с 1945), член президиума АН УССР (с 1953), член-корреспондент АН СССР (с 1953), создатель технологии электродуговой сварки и резки под водой.

В 1918 году окончил электрохимическое отделение ЭТИ.

В 1921—1925 преподавал на кафедре общей химии в ЛЭТИ.

В 1928—1947 преподавал в Московском электромеханическом институте инженеров железнодорожного транспорта и одновременно с 1931 года в Московском высшем техническом училище.

В 1945—1948 годах и после 1963 года работал в Институте электросварки АН УССР.

В 1948-1952 годах работал в Институте строительной механики АН УССР.

С 1952 года работал в Институте электротехники АН УССР.

С 1947 по 1958 год — профессор Киевского политехнического института.

Впервые в мире создал и реализовал на практике процессы электродуговой сварки и резки под водой, которые нашли широкое применение при восстановлении мостов и ремонте судов. Им разработаны источники электропитания для дуговой и контактной сварки, керамические флюсы, электродные покрытия, способы холодной сварки давлением, газопрессовая сварка, плазменная резка. Внес вклад в разработку способа сварки чугуна, газопрессовой сварки, дефектоскопии сварных соединений.

Один из организаторов подготовки советских инженеров-сварщиков.



**К.К. Хренов
(1894-1984)**

Разработка и развитие сварки под флюсом

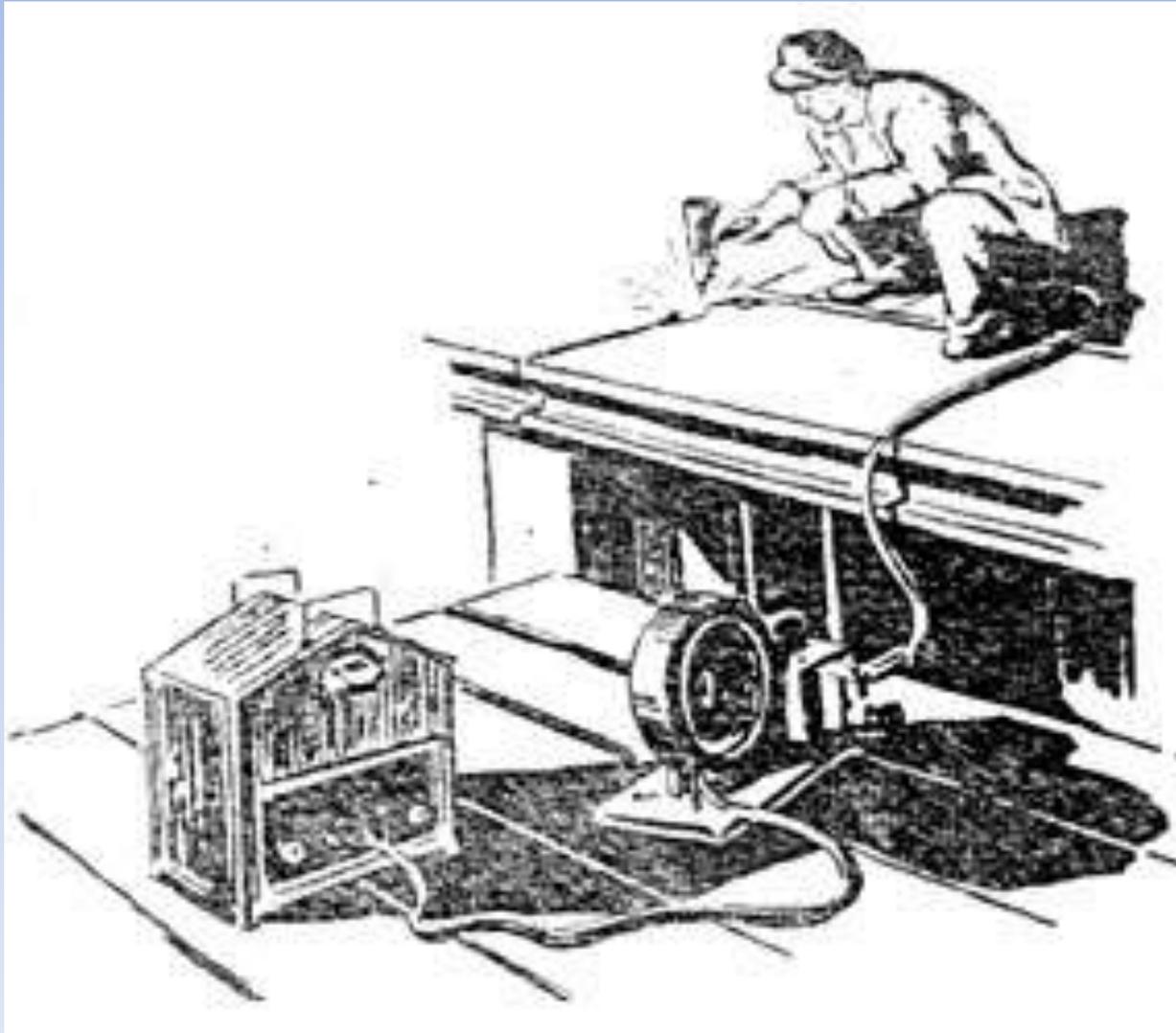
Первые керамические флюсы, разработанные **К.К. Хреновым** и **Д.М. Кушнаревым**, нашли промышленное применение в нашей стране в судостроении.

Они обеспечивали дополнительное легирование металла шва марганцем и кремнием за счет вводимых в состав флюса **ферросплавов**.

Серьезным достижением в этой области является разработка серии керамических флюсов, позволяющих более мобильно, чем при использовании плавящихся, получать **металл шва заданного химического состава**.

Разработка и развитие сварки под флюсом

В 1942 г. были начаты работы по созданию **полуавтоматической сварки под флюсом.**



**Шланговый
полуавтомат
для сварки под
флюсом**

Разработка и развитие сварки под флюсом

При этом процессе была механизирована лишь подача сварочной проволоки в зону дуги, осуществляемая по мере ее плавления специальным устройством – **подающим механизмом**.

Все остальные операции, в том числе перемещение горелки по стыку, обеспечение постоянства дугового промежутка, осуществляются сварщиком.

Полуавтоматическая сварка под флюсом не получила широкого распространения.

Это связано с тем, что в процессе выполнения сварки было **невозможно визуальное наблюдение за положением электрода** по отношению к свариваемым кромкам. **Сварку можно было вести только в нижнем положении.**

Разработка и развитие сварки под флюсом

В 1952 г. для сварки алюминия разработан вариант, при котором для защиты зоны дуги применяется **тонкий дозированный слой флюса**. Он обеспечивает защиту только нижней части дуги и поверхности сварочной ванны.

В связи с этим данный процесс получил название **«сварка по флюсу»**.

Он нашел применение в промышленности для **сварки цветных металлов**.

Разработка и развитие сварки под флюсом

В настоящее время трудно найти отрасль производства, где бы не применялась сварка под флюсом. При помощи этого процесса осуществляется изготовление **судов, вагонов, многослойных сосудов, кранов, роторов гидрогенераторов и других изделий.**

Сварка под флюсом широко используется при изготовлении **сварно-литых, сварно-кованных и сварно-штампованных конструкций.**

Изделия, создаваемые с применением этого способа сварки, работают **во всем диапазоне естественных климатических температур, при сверхвысоких температурах и в условиях глубокого холода, в агрессивных средах и при давлениях значительно отличающихся от атмосферного.**