

Специальные способы **сварки**

Специальные способы сварки

Для сварки плавлением необходимы источники тепловой энергии, которые обеспечивают нагрев металла и его плавление в зоне образования сварного соединения.

Основными источниками тепловой энергии относятся:

- **Ацетиленокислородное пламя – газовая сварка; подогрев при сварке сталей склонных к закаливанию; газовая резка.**
- **Электрическая дуга – дуговая ручная, полуавтоматическая и автоматическая сварка, электрошлаковая сварка, аргонодуговая сварка.**
- **Плазма – плазменная и микроплазменная сварка; плазменная резка.**
- **Электронный пучок – электроннолучевая сварка, плавка, поверхностная обработка.**
- **Лазерное излучение – лазерная сварка, обработка, резка, разметка.**

Специальные способы сварки

Энергетические характеристики основных источников тепла

Источник тепла	Минимальная площадь пятна нагрева, $S_n, \text{см}^2$	Максимальная плотность энергии в пятне, $q_2, \text{Вт/см}^2$
Ацетиленоxygenное пламя	10^{-2}	5×10^4
Электрическая дуга	$10^{-2} - 10^{-3}$	1×10^5
Плазма	10^{-6}	1×10^8
Лазерный луч	10^{-8}	1×10^{10}
Электронный пучок	10^{-7}	1×10^9

Сравнение источников тепловой энергии можно произвести по двум параметрам – минимальная площадь нагрева (S_n) и максимальная плотность энергии в пятне нагрева (q^2).

Специальные способы сварки

Для сравнения различных методов сварки плавление (Рис.1.) можно воспользоваться величиной удельной энергии (Дж/м²):

$$\varepsilon_{св} = \frac{UI}{v\delta} = \frac{q}{v\delta} = \frac{q_{пог}}{\delta}$$

$\varepsilon_{св}$ - удельной энергии;

δ - свариваемая толщина, м;

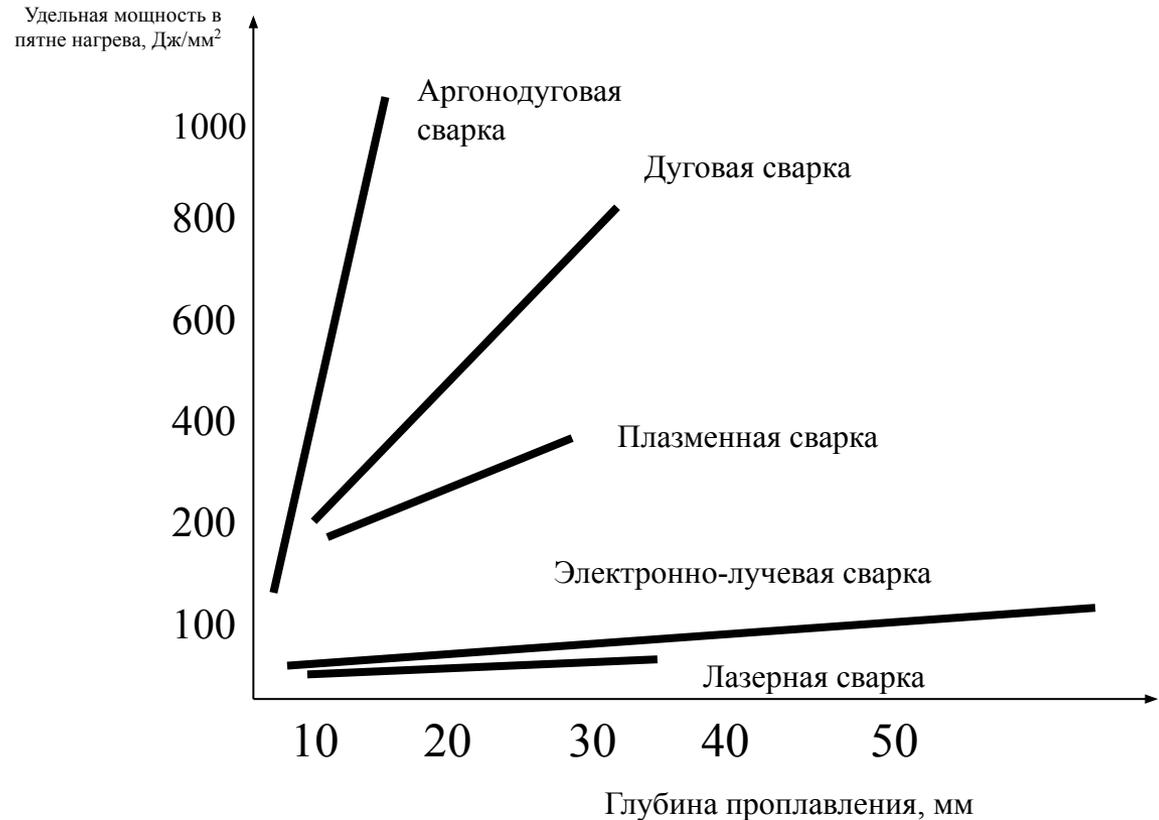
v – скорость сварки, м/с;

U - напряжение (дуги, ускоряющего напряжения), В;

I – ток(дуги, электронного пучка), А;

q – мощность источника тепла, Дж;

$q_{пог}$ – погонная энергия, Дж/м.



Одним из направлений, существенно расширяющих технологические возможности процессов обработки материалов является использование высококонцентрированных потоков энергии (струя плазмы, лазерный луч, электронные и ионно-плазменные пучки). Способы сварки, при которых используются это источники тепловой энергии и называют специальными. Они широко применяются в промышленном производстве конструкций уже более 40 лет.

Развитие электронно-лучевых технологий

1905 г. - Первые попытки электронно-лучевой плавки тугоплавких металлов. Пирани. Вакуумная и электронная техника в то время еще не получили должного развития и не возникла потребность в подобной технологии.

Середина 20-х годов - начинается бурное развитие электронной оптики и прогрессом вакуумной техники, что создало возможность надежного получения и формирования электронных пучков.

1934г. - Фон Арденне и Рюле использовали электронные пучки, сфокусированные магнитными линзами, для получения отверстий малого диаметра и для испарения металлов. Широкого технического применения эти способы то время не нашли. Не существовало достаточно мощных вакуумных систем.

1950 г. - Штейгервальд показал технологические возможности электронного пучка как инструмента для получения отверстий и прецизионной обработки поверхностей. Необходимость же использования нового технологического способа для таких целей, как сварка, плавка и напыление, появилась прежде всего в связи с развитием ядерной и космической техники.

Середина 50-х годов - использование электронных пучков для технологических целей. Работы в области технического применения электронно-лучевой сварки были проведены Стором.

Развитие электронно-лучевых технологий

(продолжение)

1957 - 1960 годы - в различных странах разрабатываются методы и оборудование для электронно-лучевой плавки. Внедрялись методы электронно-лучевого испарения для решения различных задач по нанесению покрытий.

к 1965 г. - способы и установки электронно-лучевой технологии для плавки, сварки, напыления и обработки поверхностей стали внедряются в промышленность.

1965 - 1975 годы - автоматизация электронно-лучевых установок и появления нового поколения установок.

1980 - 1991 годы - наибольший уровень использования ЭЛС в таких областях промышленности как электронная, авиа-космическая, судостроение, энергетика.

Среди отечественных ученых и исследователей, которые посвятили свой работы вопросам электроннолучевой технологии в области сварки можно назвать таких как Рыкалин Н.Н., Зуев И.В. Углов А.А., Назаренко О.К., Шестаков А.И., Башенко В.В. и многие другие.

Особенности электроннолучевой технологии

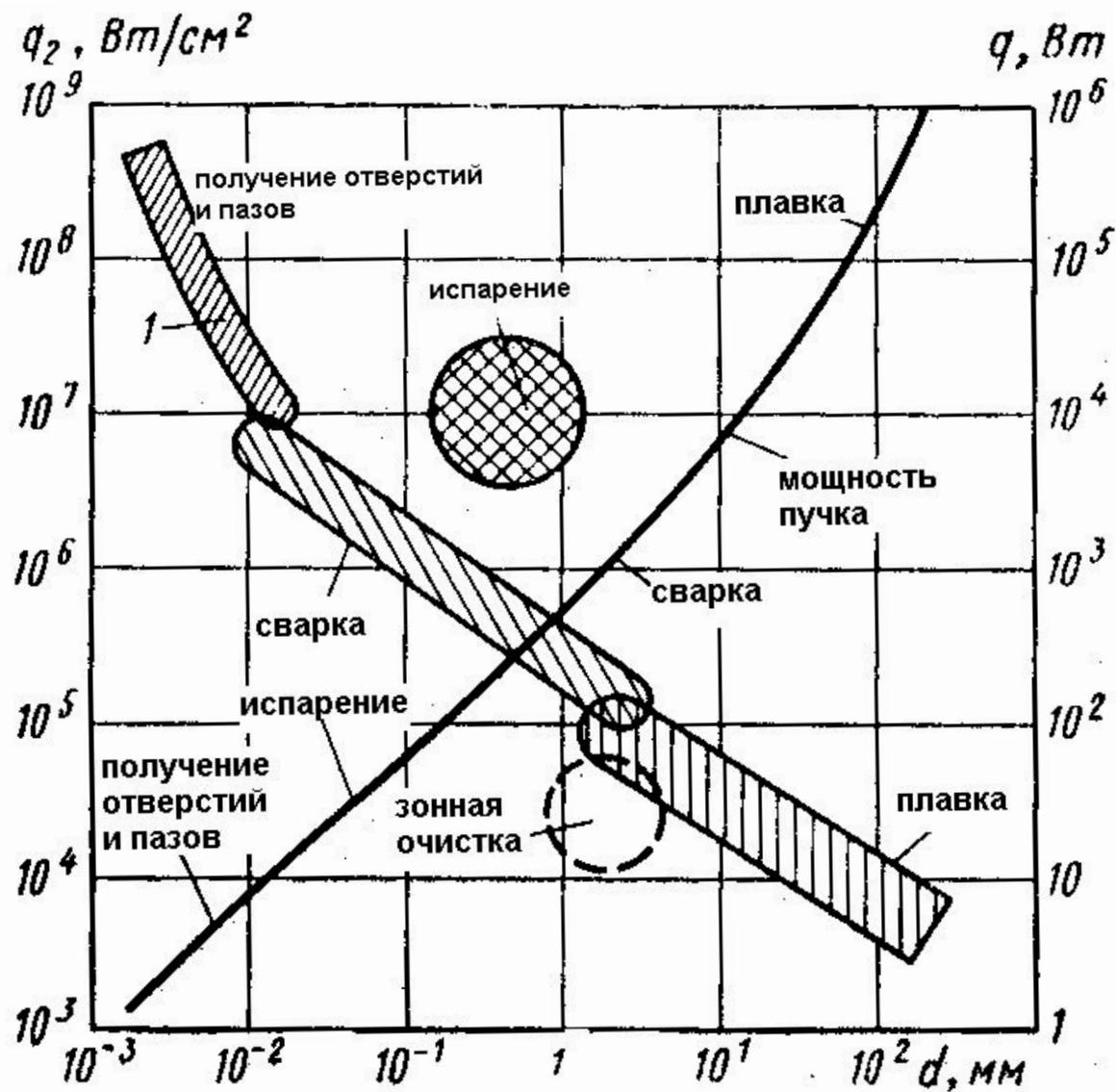
Широкие возможности электронно-лучевой обработки материалов обеспечивается за счет:

- концентрации энергии в электронном пучке, которая достигает значений, недоступных традиционным источникам тепла;
- наличию самой идеальной защитой расплавленного металла;
- получения высокой чистоты обрабатываемого материала;
- автоматизации процесса;
- концентрации энергии от 10^3 до 5×10^8 Вт/см²;
- чрезвычайно высокие температуры (для стали до 6000° С);
- электроннолучевая технология, это вакуум (давление остаточных газов порядка 1×10^{-3} — 1×10^{-5} мм рт. ст.

Содержанке газов в единице объема при различных степенях вакуума

Давление, мм рт. ст.	Содержание газов в единице объема, %	O₂, %	N₂, %
760	100	20,1	79,9
1	0,13	0,03	0,1
10⁻¹	0,013	0,003	0,01
10⁻²	0,0013	0,0003	0,001
10⁻³	0,00013	0,00003	0,0001
10⁻⁴	0,000013	0,000003	0,00001

Специальные способы сварки



Электроннолучевая плавка

Принцип электроннолучевого переплава.

1 — электронная пушка;

2 — электронный пучок;

3 — откачная система;

4 — плавильная камера;

5 — расплавляемый штабик;

6 — капли переплавляемого металла;

7 — ванна расплавленного металла;

8 — выплавляемый слиток;

9 — водо-охлаждаемый кристаллизатор;

10 — устройство вытяжки слитка;

11 — смотровые окна.

