

История сварочной техники и технологии

# Лазерная сварка и резка

## Лазерная сварка и резка

**Свет**, как и любые другие виды электромагнитных колебаний, обладает **большим запасом энергии**, применение которой для сварки возможно только **при высокой ее концентрации на небольшой площади**.

Практически впервые установка для сварки и пайки **сфокусированной лучистой энергией** была разработана в Московском авиационном институте под руководством профессора Г.Д. Никифорова.

В качестве источника света была использована **дуговая ксеноновая лампа**. Свет концентрировали с помощью **специальной оптической системы, состоящей из зеркал и увеличительных стекол**. Однако **мощность установки была небольшой** и пригодной только **для сварки тонкого металла**.

## Лазерная сварка и резка

Значительно увеличить концентрацию светового излучения удалось путем создания **оптических квантовых генераторов (ОКГ) – лазеров.**

**Лазер** создает **мощный импульс монохроматического излучения** за счет возбуждения атомов примеси в кристалле или в газах.

Среди известных в настоящее время источников энергии, используемых для сварки, **лазерное излучение обеспечивает наиболее высокую ее концентрацию до 10<sup>11</sup> Вт/см<sup>2</sup>.**

Такие высокие значения концентрации энергии определяются уникальными характеристиками лазерного излучения, в первую очередь его **монохроматичностью и когерентностью.**

В таких условиях все известные материалы **не только плавятся, но и испаряются.**

## Лазерная сварка и резка

Лазерное излучение легко передается **с помощью оптических систем** в труднодоступные места, может **одновременно или последовательно использоваться на нескольких рабочих постах.**

Оптические системы транспортировки и фокусировки лазерного излучения создают возможность **легкого и оперативного управления процессом сварки.**

На лазерный луч **не влияют магнитные поля** свариваемых деталей и технологической оснастки.

## Лазерная сварка и резка

Первые сообщения о **лазерной сварке металлов** относятся к 1962 г.

В нашей стране публикации об этом способе соединения металлов появились на год позже.

Первоначально использовались **твердотельные рубиновые лазеры**.

На их базе были разработаны **первые лазерные установки СУ-1, К-3М, УЛ-2 и УЛ-20**, предназначенные для сварки и обработки материалов.

Первые три из них имели **максимальную энергию излучения не выше 2 Дж**. Длительность импульса изменялась дискретно от 0,5 до 8 мс.

Эти установки предназначались **для сварки металлов толщиной 0,1–0,2 мм**.

## Лазерная сварка и резка

Установка УЛ-20 имела **энергию излучения до 20 Дж** и применялась **для сварки металлов толщиной 0,5–1,0 мм.**

К сожалению, **качество сварных соединений**, получаемых с помощью указанных установок, **было низким и нестабильным.**

Одной из причин этого была **неудовлетворительная воспроизводимость режимов сварки на разных установках одного типа.**

Как показали исследования, это было связано с **неоднородностью распределения показателя преломления в стержнях активной среды.** К тому же оно индивидуально для каждого стержня.

## Лазерная сварка и резка

Степень неоднородности активного стержня обуславливала низкую воспроизводимость режимов сварки за счет **пространственно-временной неравномерности теплового потока.**

Экспериментальные исследования, выполненные в 1966 – 1969 гг., показали, что для обеспечения равномерности теплового потока в оптических квантовых генераторах сварочных установок **необходимо применять устойчивый сферический резонатор.**

Использование сферического резонатора ослабляет влияние на генерацию излучения **неоднородности показателя преломления активной среды** и устраняет **временную неравномерность освещения в пятне нагрева.**

## Лазерная сварка и резка

В дальнейшем именно такие схемы были использованы для создания **установок лазерной обработки материалов.**

В настоящее время в технологических лазерах применяются **твердотельные и газовые излучатели.**

В твердотельных лазерах в качестве рабочего тела используются **активные элементы из рубина, стекла с присадками ионов неодима, алюмоиттриевого граната с неодимом.**

## Лазерная сварка и резка

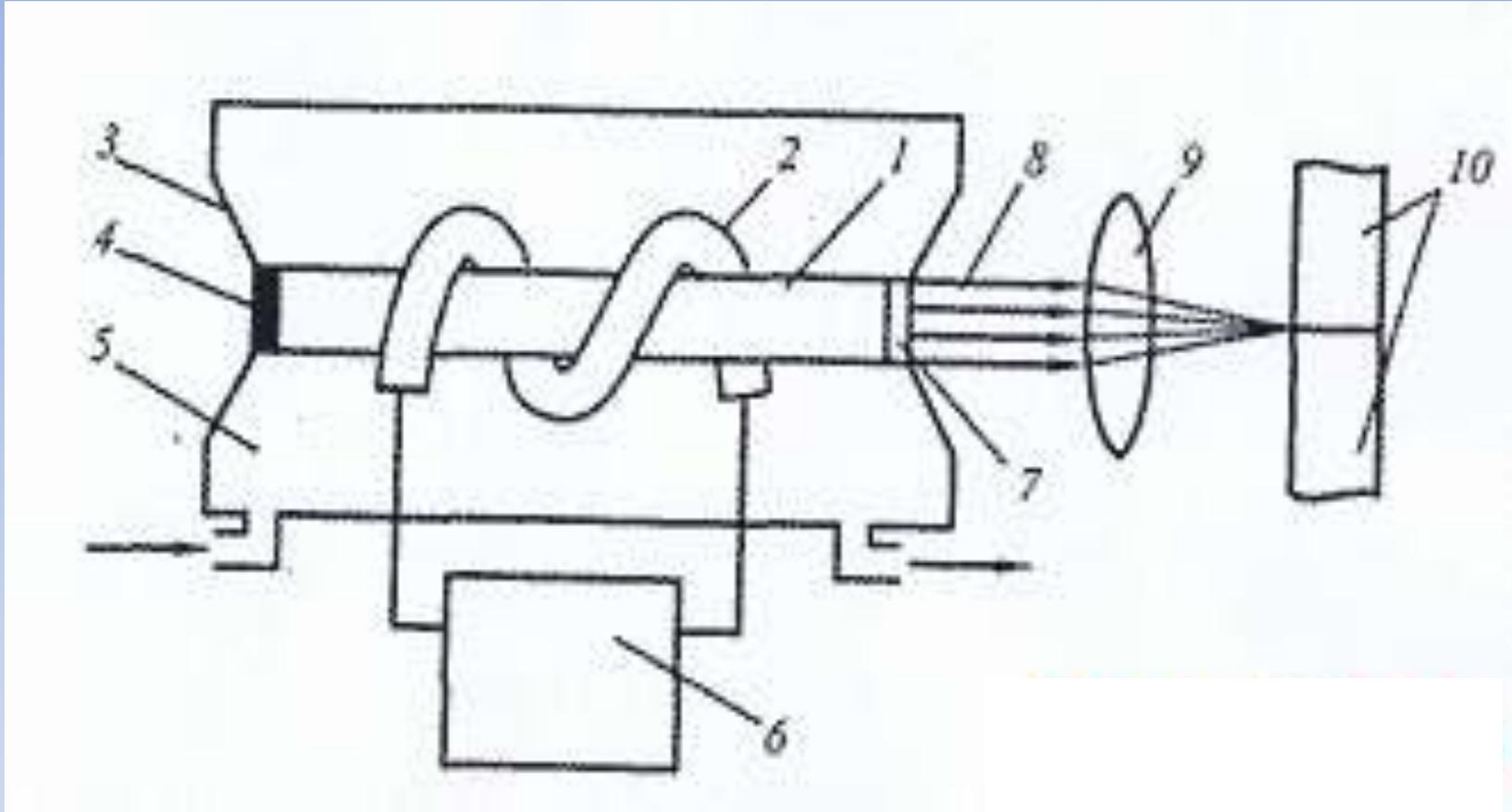
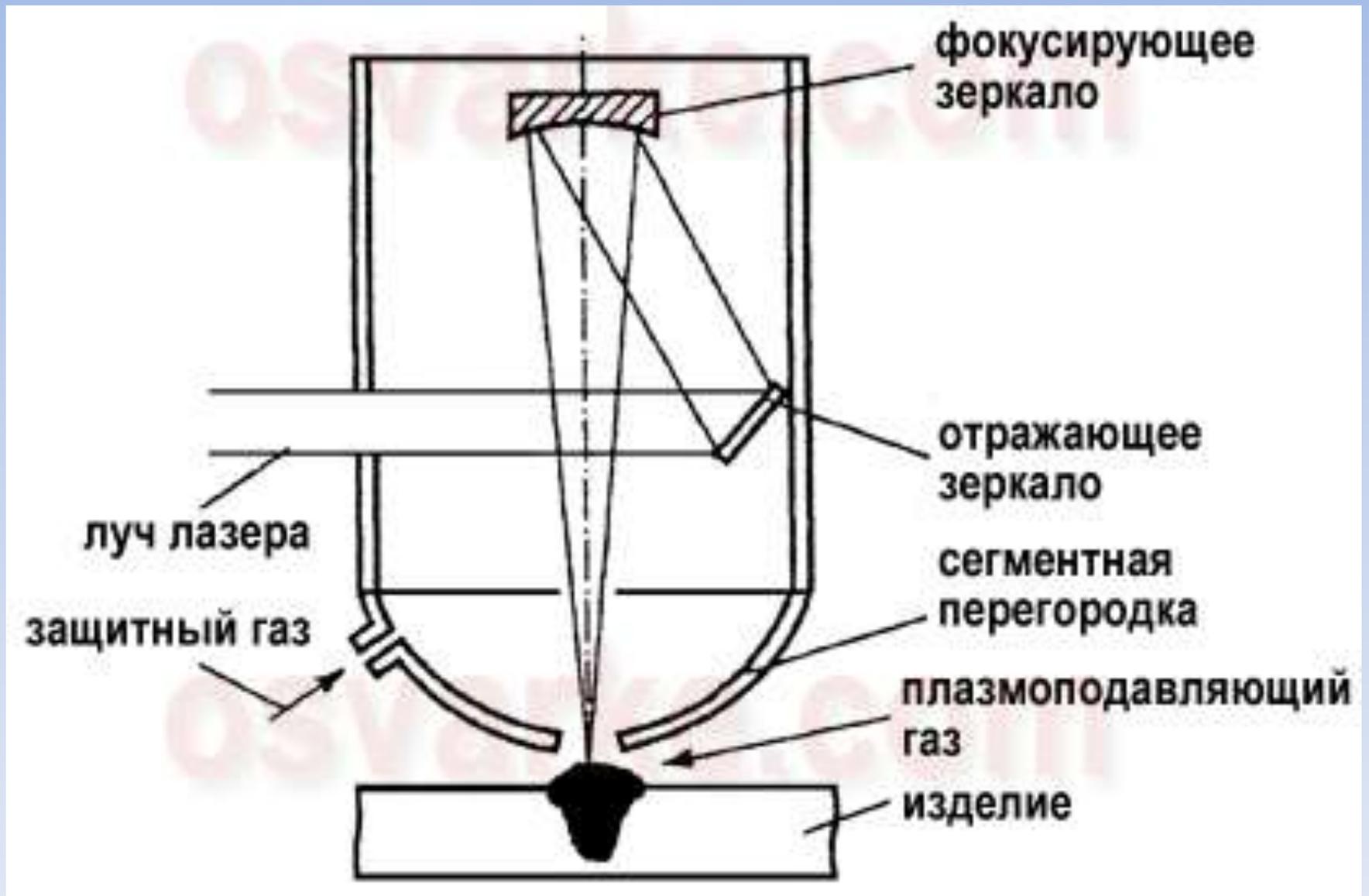


Схема твердотельного лазера:

- 1 - рубиновый стержень; 2 - генератор накачки;
- 3 - отражатель; 4 - непрозрачное зеркало; 5 - охлаждающая среда;
- 6 - источник питания; 7 - полупрозрачное зеркало;
- 8 - световой луч; 9 - фокусирующая линза;
- 10 - обрабатываемые детали

## Лазерная сварка и резка

Схема процесса лазерной сварки газовым лазером



## Преимущества лазерной сварки

Важнейшим преимуществом лазерной сварки твердотельными лазерами является возможность очень точной дозировки энергии, поэтому удается обеспечить получение качественных соединений при изготовлении очень мелких деталей.

Для мощных газовых лазеров преимуществом является получение большой глубины проплавления при малой ширине шва. Это позволяет уменьшить зону термического влияния, сократить сварочные деформации и напряжения.

## Лазерная сварка и резка

Кроме того, лазерная сварка обладает рядом **преимуществ, не присущих другим способам сварки.**

Лазер может быть расположен **на достаточно большом удалении от места сварки**, что в ряде случаев дает существенный экономический эффект.

Например, известна **установка для лазерной сварки при ремонте трубопроводов, проложенных по дну водоема.** Внутри трубы перемещается тележка с вращающимся зеркалом. Лазер же находится у конца секции трубопровода и посылает луч внутри трубы. Это позволяет осуществлять лазерную сварку, не снимая с трубопровода балласт и не поднимая его на поверхность.

**Легкость управления лазерным лучом с помощью зеркал и волоконной оптики** позволяет осуществлять сварку в труднодоступных, иногда не находящихся в пределах прямой видимости местах.

Возможна также **лазерная сварка нескольких деталей от одного лазера расщепленным с помощью призм лучом.**

## Недостатки лазерной сварки

Недостатками лазерной сварки являются:

- высокая сложность и стоимость оборудования,
- низкий КПД лазеров.

По мере развития лазерной техники эти недостатки устраняются.