



# Перспективные направления технологии

## Лучевые технологии

# СПИСОК НОВЫХ ПОНЯТИЙ

- *Лазерная обработка,*
- *электронно-лучевая сварка, резание и прошивка,*
- *электронно-лучевая плавка.*

# Лучевые методы обработки

Используют для воздействия на заготовку лазерные и электронные лучи, которые обеспечивают плотность энергии на несколько порядков выше, чем другие источники

<i>Источник энергии</i>	<i>Плотность энергии, кВт/см<sup>2</sup></i>
Кислородно – ацетиленовое пламя (газовая сварка)	1 – 3
Сфокусированное излучение Солнца	1 – 2
Электрическая дуга	50 – 100
Лазерный луч	>10000
Электронный луч	>10000

# Лазер

Слово LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) , это аббревиатура английских слов, переводимых как «усиление светового потока вынужденным излучением».

# Создатели усилителя радиоволн высокой частоты



Николай Басов



Александр Прохоров



Чарльз Стаунс

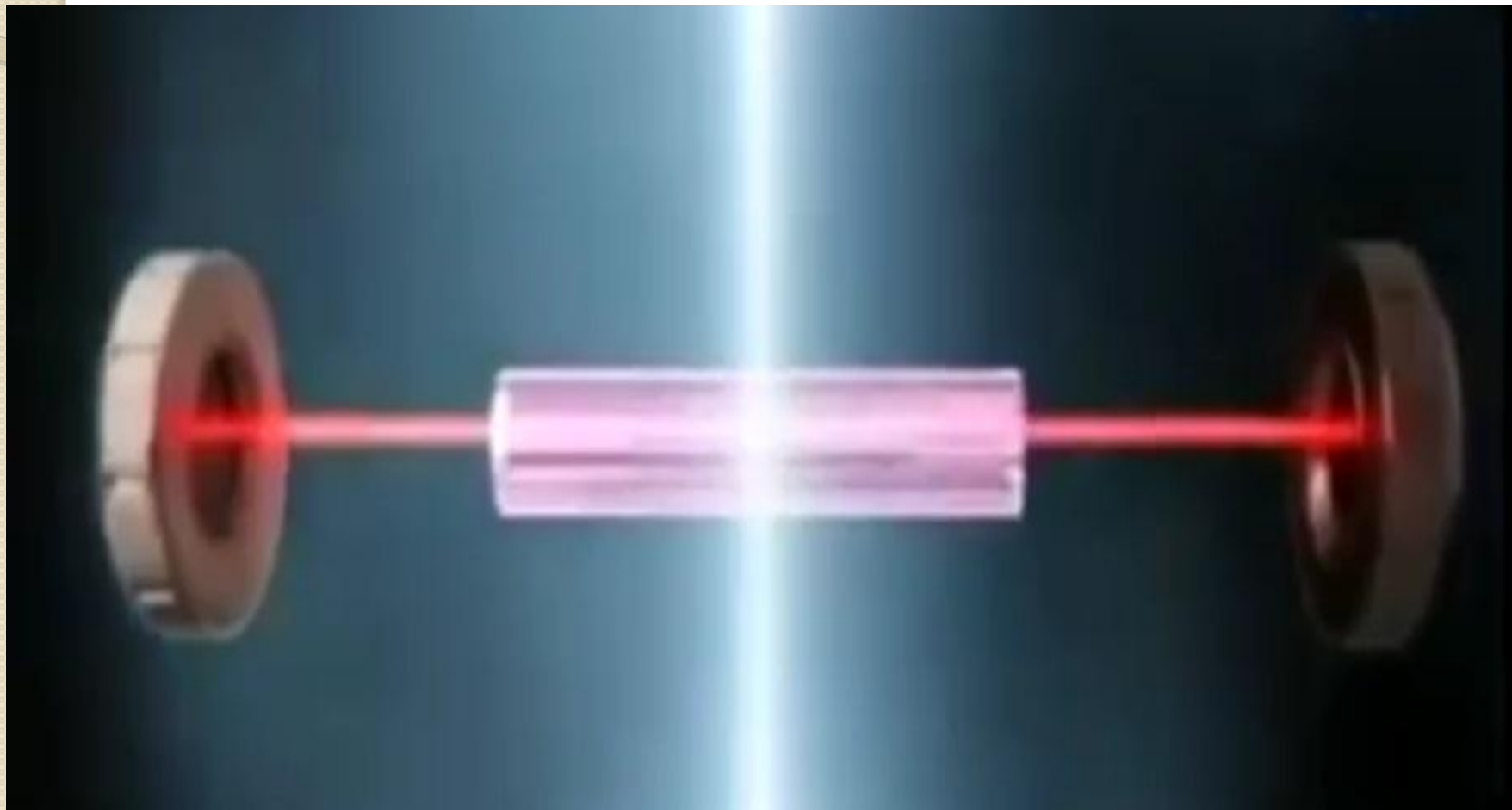
# MAZER



Теодор Мейман, американский физик, в 1960 г.  
Сконструировал первый квантовый генератор  
оптического диапазона - лазер



# Принцип устройства лазера





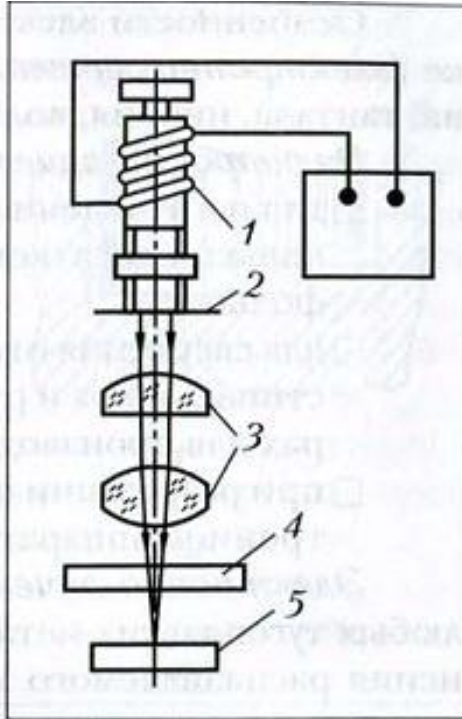
# Классификация лазеров



- Большие плотности энергии обеспечиваются при небольшой мощности излучения (0,1-100 кВт) за счет фокусировки лучей на малой площади — около 0,1 мм<sup>2</sup>. Поэтому **лучевые методы обработки используют для** вырезки высокоточных (прецизионных) деталей, получения отверстий малого размера (менее 0,5 мм), разрезания труднообрабатываемых материалов, точной сварки, упрочнения и легирования поверхностей деталей.



# Лазерная обработка



**Рис. 16.** Схема лазерной обработки: 1 — оптический квантовый генератор; 2 — диафрагма; 3 — оптическая система; 4 — защитное стекло; 5 — деталь

- проводится при помощи светового луча, излучаемого оптическим квантовым генератором (лазером), и основана на его термическом действии.
- При попадании на поверхность световой луч частично поглощается ею и частично отражается от нее. Поглощение поверхностью энергии приводит к ее нагреву, температура в точке приложения луча составляет от 2000 до 6000 °С. Такая температура достаточна для расплавления и превращения в пар любого материала. Температура тем больше, чем большей поглощающей и меньшей отражающей способностью обладает обрабатываемый материал, а также чем меньше его теплопроводность и теплоемкость.

# Разновидности лазерной обработки

- пробивка отверстий,
- контурная резка,
- упрочнение и легирование деталей машин и инструментов,
- сварка,
- резание с лазерным подогревом,
- Голограмма.



# Уникальные разработки в области лазерных технологий (сварка)



Технологию, способную обеспечивать сварку несочетаемых материалов, разработали ученые из Новосибирска – уникальный метод может использоваться в ракетной, авиационной промышленности и при строительстве атомных электростанций.

Новосибирские учёные первыми в мире оказались на пороге большого открытия. Оказалось, что медь под действием лазера соединяет другие металлы на молекулярном уровне. Если сварить просто титан с нержавеющей сталью, то образец сразу развалился. Медь не позволяет сварному соединению разваливаться.

«100 лет назад по морям плавали клёпанные корабли. Они изготавливались, потому что заклёпка – это очень прочное соединение. Сегодня все корабли сварены – эту задачу люди решили, технологию такую создали. Но, к сожалению, мы все летаем на самолётах клёпанных».

# Электронно-лучевая обработка

использует тепловую энергию, выделившуюся при столкновении быстро движущихся электронов с обрабатываемым материалом.

При столкновении ускоренного электронного потока с твердым телом 90 % кинетической энергии электронов переходит в тепловую энергию. Повышая скорость движения электронов и их кинетическую энергию, а также увеличивая число электронов, движущихся в данном объеме, можно создавать чрезвычайно высокую концентрацию тепловой энергии во времени и пространстве, приводящую к нагреву, плавлению, испарению и тепловому взрыву вещества.

# Эффект «кинжального» (глубинного) проплавления

При электронно-лучевой обработке на малом участке обрабатываемой поверхности достигается такая высокая плотность энергии, которая практически недостижима при других методах нагрева. При этом возникает эффект «кинжального» (глубинного) проплавления. Образуется узкий и глубокий канал, соотношение его глубины к ширине достигает 20:1. Поэтому возможно проплавление материалов большой толщины (до 200 мм) при узкой зоне термического воздействия.

- Электронно-лучевая обработка проводится в вакууме, который является отличной защитной средой, препятствующей окислению расплавленного материала.
- Электронный луч можно направить в узкую щель и произвести обработку в местах, не доступных для других способов обработки. Небольшие площади обработки и узкая зона прогрева позволяют обрабатывать миниатюрные детали, получать малые отверстия.
- Для электронно-лучевой обработки используют различные устройства, основой которых является так называемая *электронная пушка*.



# *Электронно-лучевая сварка*

- Особенности электронно-лучевой технологии **используются при сварке (электронно-лучевая сварка)** различных материалов: стекла, молибдена, тантала, ниобия, вольфрама, бериллия и др.

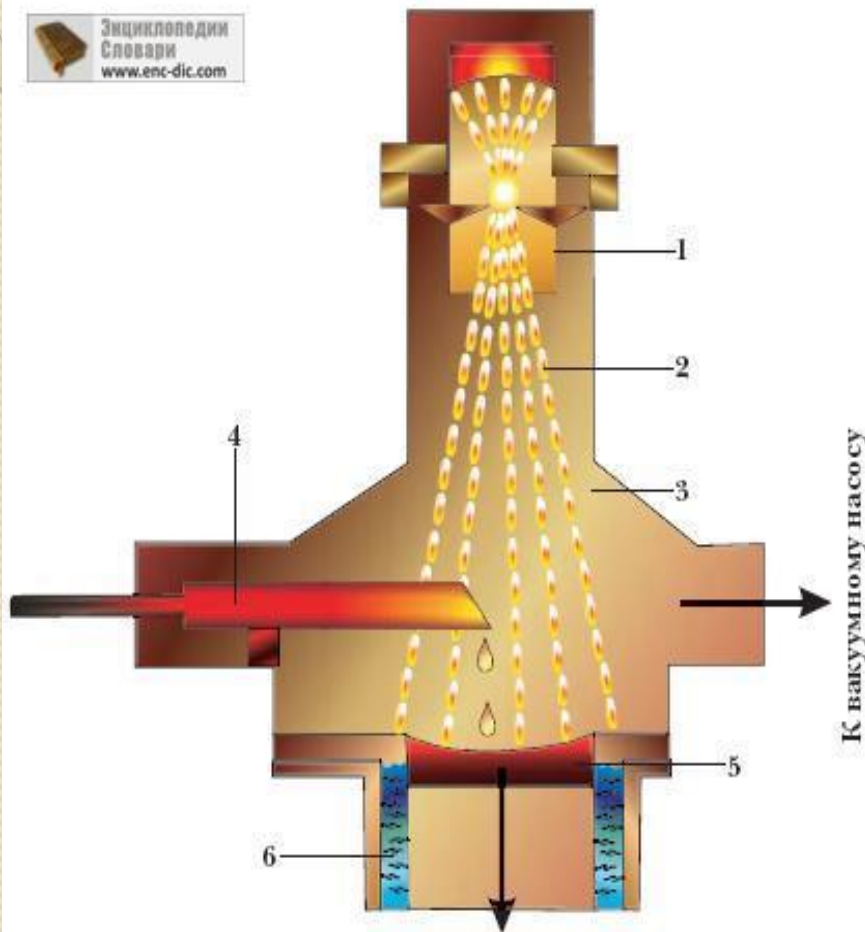
## *Электронно-лучевое резание и прошивка* применяются:

- для изготовления тонких пазов, щелей и прорезей размерами от нескольких десятков микрометров в деталях малой толщины (пленки, фольги);
- для сверления отверстий малых диаметров (100 мкм) в кварцевых пластинах, иглах и рубиновых камнях для часовых подшипников, фильерах для производства искусственных волокон и т. д.;
- при разрезании полупроводников и ферритов для производства электронной аппаратуры.

# *Электронно-лучевая плавка*

- позволяет производить расплавление любых тугоплавких металлов в вакууме без опасности окисления или загрязнения расплавляемого металла газами и другими примесями.
- Электронно-лучевую плавку применяют для получения особо чистых тугоплавких материалов.

# Печь для получения особо чистых металлов и сплавов.



В такой печи вещество плавится за счёт тепла, выделяющегося при соударении пучка электронов (луча) с поверхностью расплавляемого образца. Основные узлы электронно-лучевой печи: [электронная пушка](#) для создания пучка электронов 1; плавильная камера 3; водоохлаждаемый кристаллизатор из меди 5; автономные вакуумные системы для создания глубокого вакуума в пушке и плавильной камере (порядка 1—10 МПа). [Электронная пушка](#) создаёт мощный пучок электронов (электронный луч) 2, который направляется в плавильную камеру, где находится расплавляемый образец. Под действием электронного потока образец нагревается до температуры плавления и в расплавленном состоянии стекает в кристаллизатор, где охлаждается и кристаллизуется в [слиток](#). В мощных печах, предназначенных для плавки слитков весом до нескольких тонн, применяют несколько электронных пушек. Электронно-лучевые печи используют для получения тугоплавких металлов и сплавов на их основе (тантал, ниобий, молибден, цирконий, титан), а также для выплавки многотонных стальных слитков.