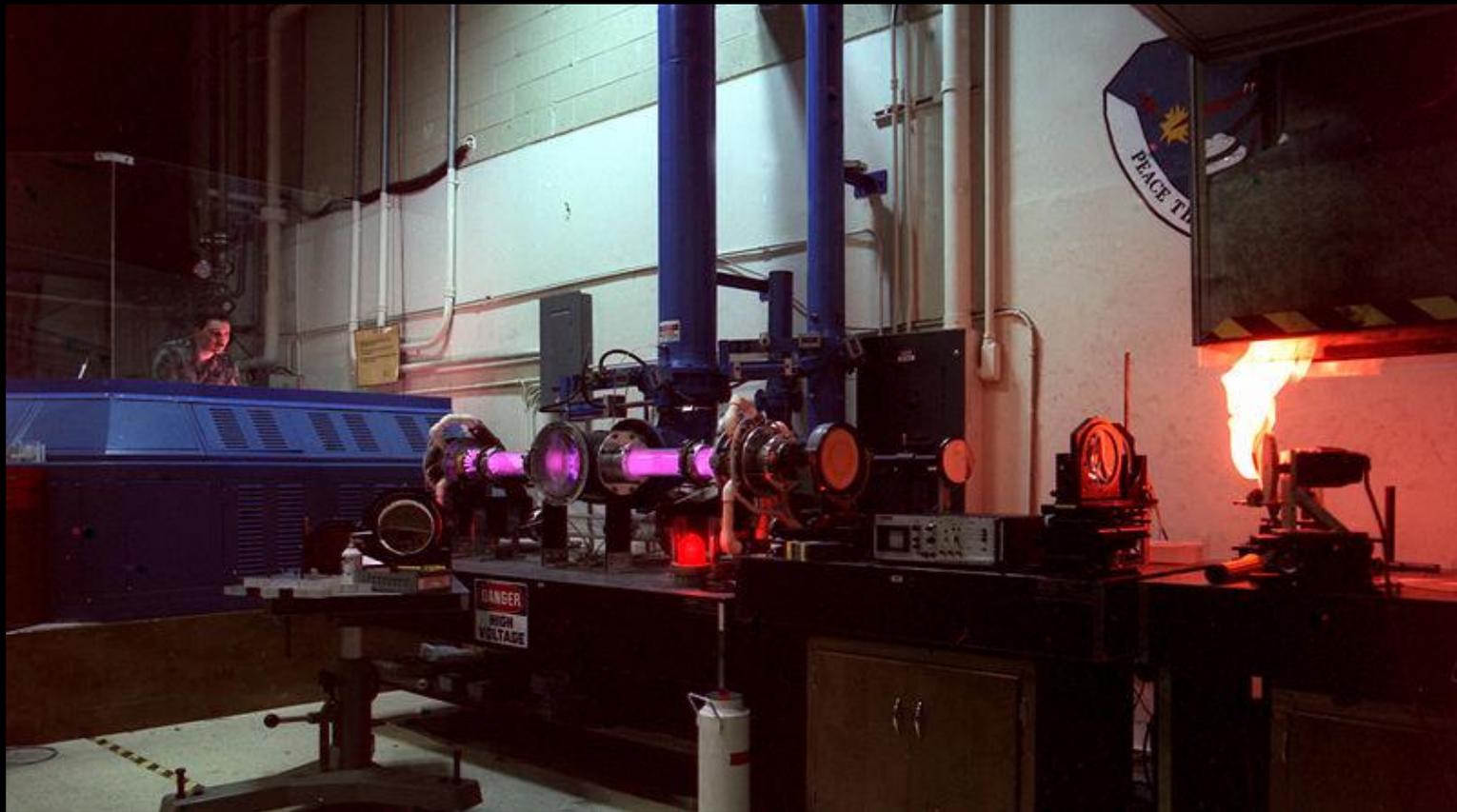


ГАЗОВЫЙ ЛАЗЕР CO₂

Видакин С.И. РТ 1-81.

2013 г.

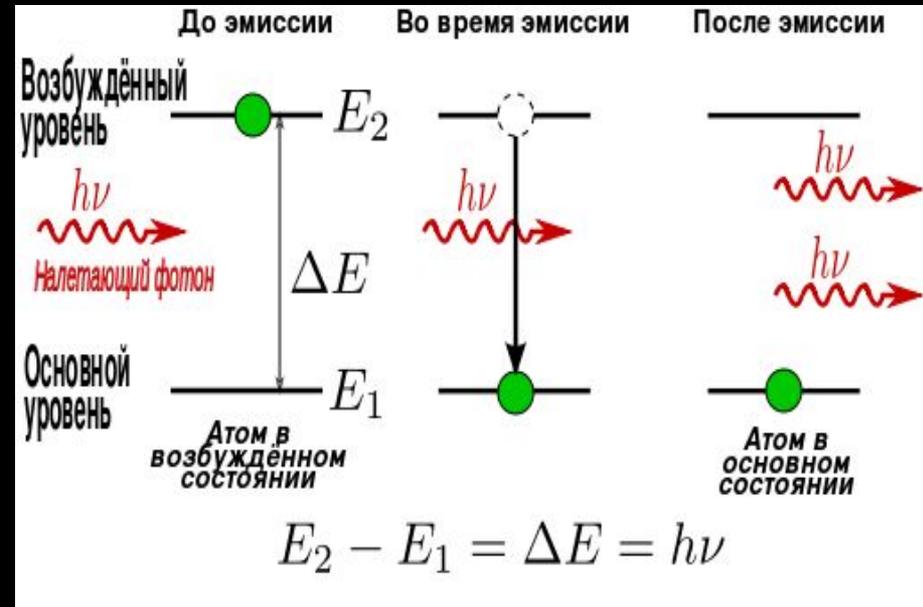
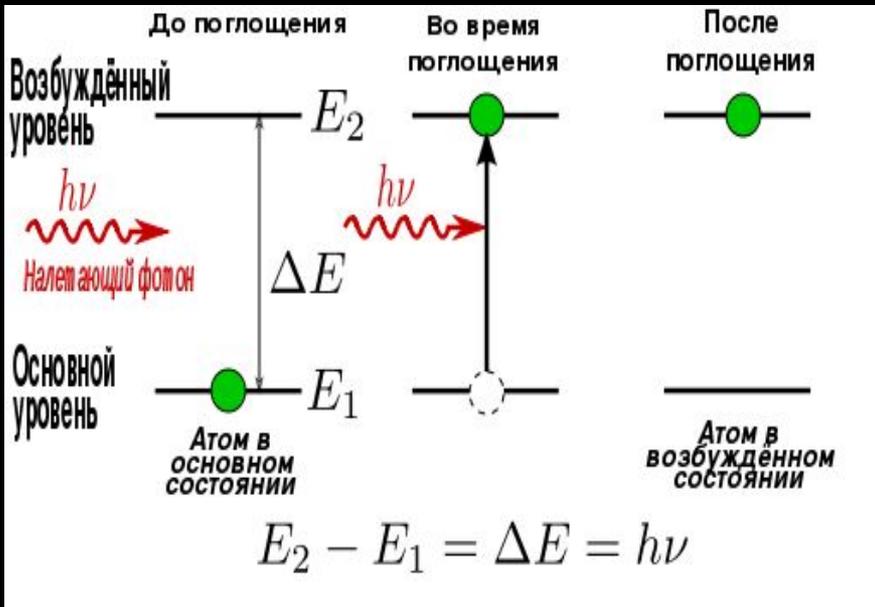
ГАЗОВЫЙ ЛАЗЕР СО₂



ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

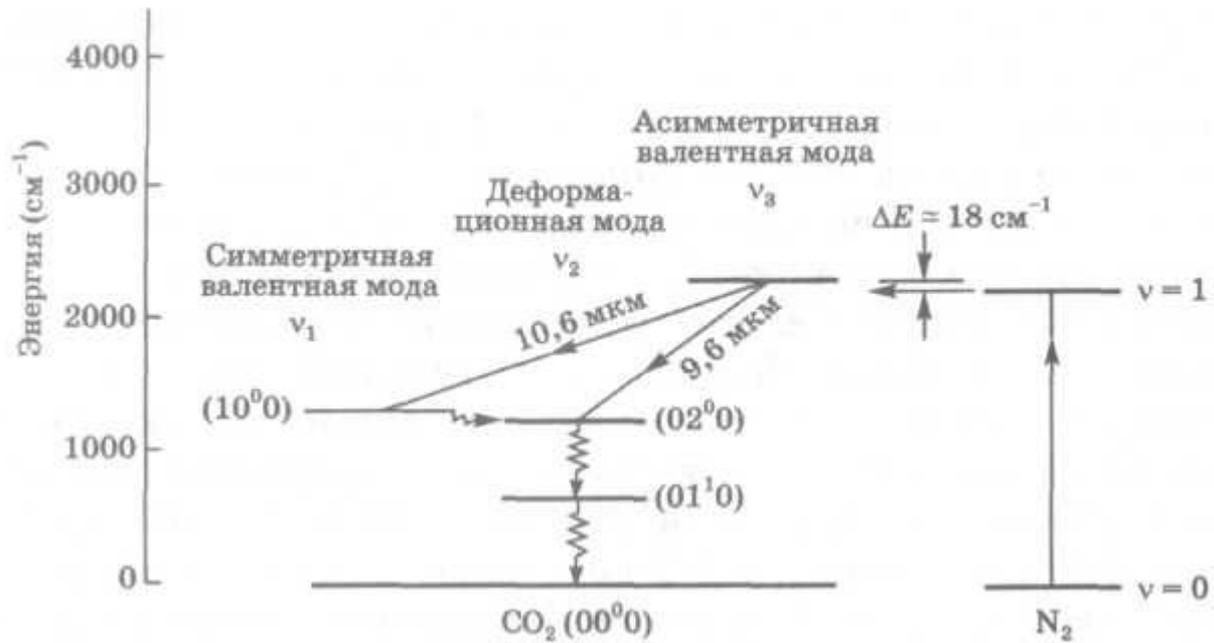
- Активной средой углекислотных лазеров является газообразная смесь CO_2 . Помимо углекислого газа в состав рабочей газовой смеси часто добавляется азот, гелий.
- *Лазер на электронно-колебательном переходе.*
- *Как правило используется тлеющий разряд.*
- Самые мощные лазеры с непрерывным излучением на начало 21 века. На газодинамическом CO_2 лазере получена средняя выходная мощность порядка 700 кВт.
- Их КПД может достигать 20%
- Углекислотные лазеры излучают в инфракрасном диапазоне, с длиной волны около 9.4-10.6 мкм.
- Конструкции большинства углекислотных лазеров отличаются простотой и очень большой надежностью, а сроки эксплуатации до 20 000 часов (до смены электродов)
- Питание лазера — источником высокого напряжения, ~15-20 кВ, 15-25 мА

НЕМНОГО О ФИЗИКЕ



Для создания активной среды (как говорят, "накачки") CO₂-лазеров чаще всего используют тлеющий разряд постоянного тока. В последнее время все шире применяют высокочастотный разряд.

НЕМНОГО О ФИЗИКЕ

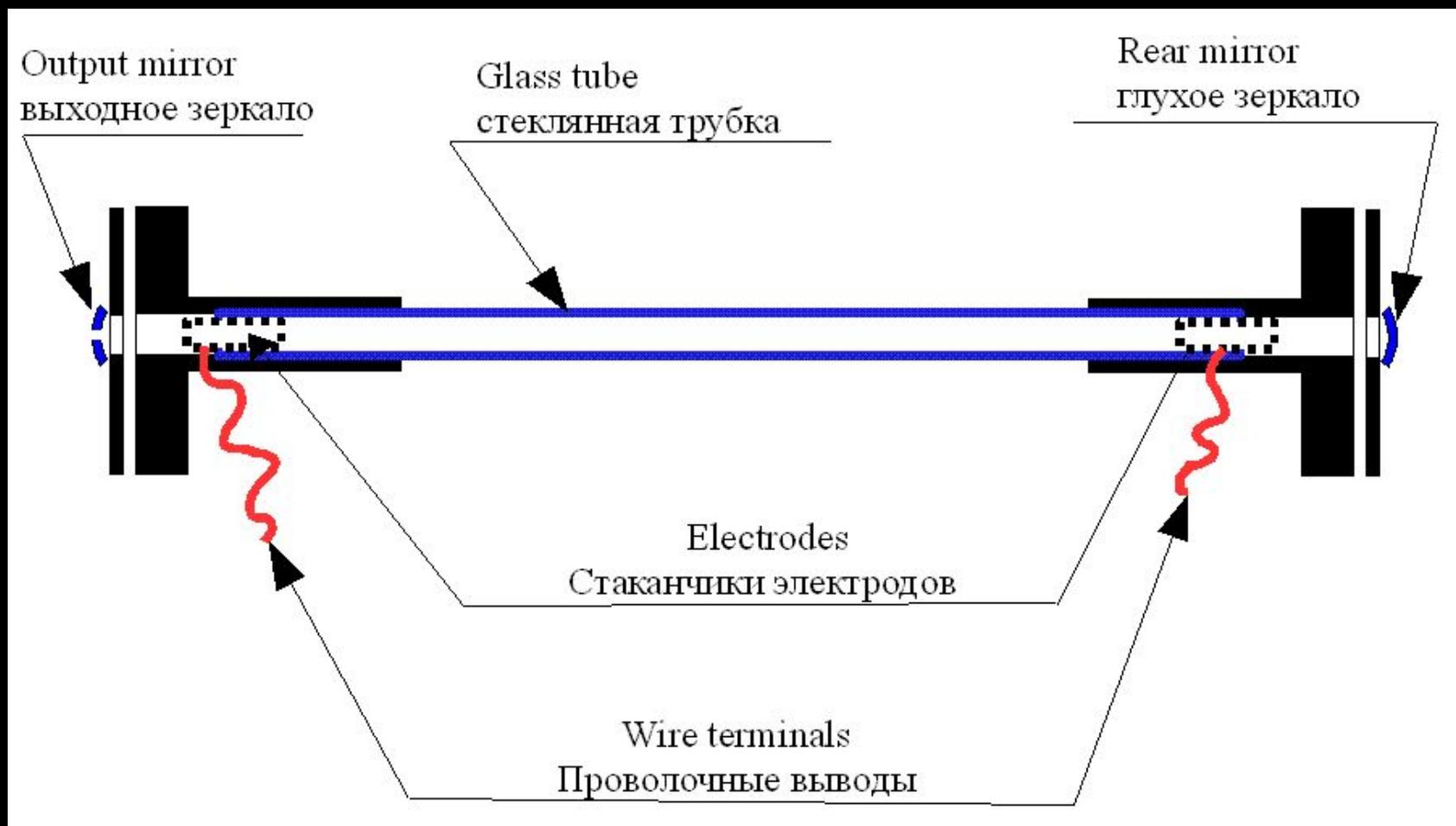


КЛАССИФИКАЦИЯ ПО КОНСТРУКЦИИ

С точки зрения конструкции, СО₂ лазеры можно подразделить на восемь типов:

- лазеры с медленной продольной прокачкой
- отпаянные лазеры
- волноводные лазеры
- лазеры с быстрой продольной прокачкой
- лазеры с диффузионным охлаждением
- лазеры с поперечной прокачкой
- лазеры с поперечным возбуждением при атмосферном давлении (ТЕА лазеры)
- газодинамические лазеры.

СХЕМА ЛАЗЕРА



СПОСОБЫ ОХЛАЖДЕНИЯ: ВОДЯНОЕ (ОТПЯЯННОЕ)



Преимущества: Легко реализовать, отсутствия влияния на качество лазер.

Габаритность.

Недостатки: Плохое отведение тепла. Ограничение по мощности на длину 100Вт/м, из – за плохого отведения тепла, и критичности $t < 200^{\circ}\text{C}$.

Быстрая деградация рабочего газа, при отсутствии катодизатора

РЕГЕНЕРАЦИЯ ГАЗА

При работе большая часть молекул CO_2 диссоциирует.

Чтобы обеспечить регенерацию молекул CO_2 из CO , в газоразрядной трубке отпаянного лазера должен находиться определенный катализатор.

Для этого в газовую смесь можно просто добавить небольшое количество паров воды (около 1 %). В данном случае регенерация молекул CO_2 осуществляется, по-видимому, благодаря следующей реакции:

Т.к. при разложении $\text{CO}^* + \text{OH} \rightarrow \text{CO}_2^* + \text{H}$, кислород, то в газ достаточно добавить только водород.

Другая возможность инициирования реакции релаксации основана на использовании горячего (300°C) никелевого катода, который играет роль катализатора.

Долговечностью более 10 000 часов работы

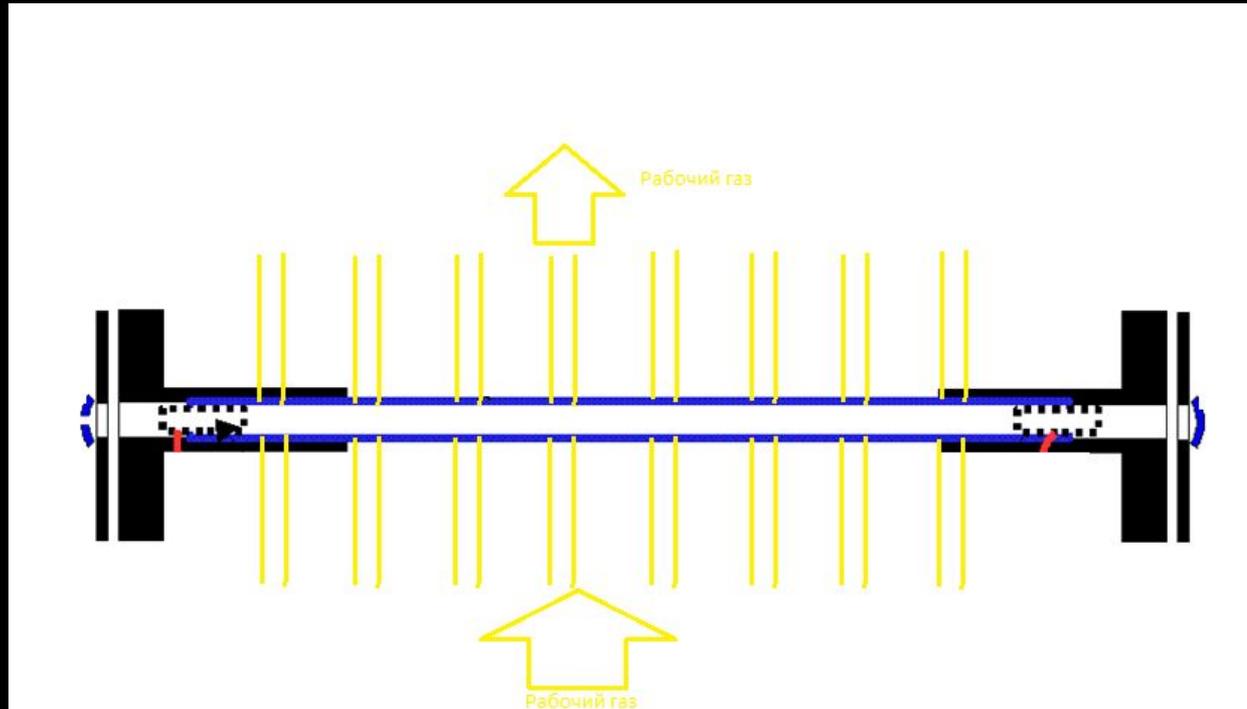
СПОСОБЫ ОХЛАЖДЕНИЯ: ВОДЯНОЕ



Преимущества: Легко реализовать, отсутствия влияния на качество лазер.

Недостатки: Плохое отведение тепла. Ограничение по мощности на длину 100Вт/м, из – за плохого отведения тепла, и критичности $t < 200^{\circ}\text{C}$.

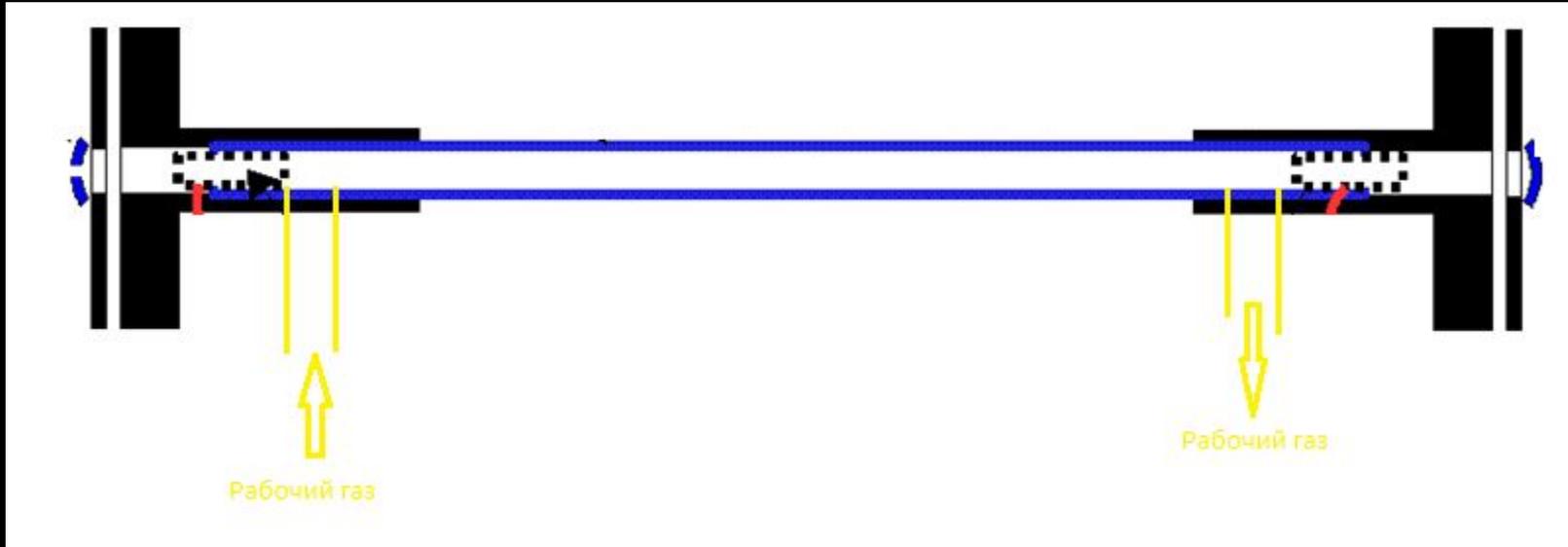
СПОСОБЫ ОХЛАЖДЕНИЯ БЫСТРОПРОТОЧНЫ ПОПЕРЕЧНЫЙ



Преимущества: Самое лучшее отведение тепла. Лёгкая прокачка газа. Мощность 1-20 кВт. Увеличение давления приводит к напряжению накачки 100-500 кВ.

Недостатки: Сложная конструкция, влияние на лазер. Самое худшее качество луча.

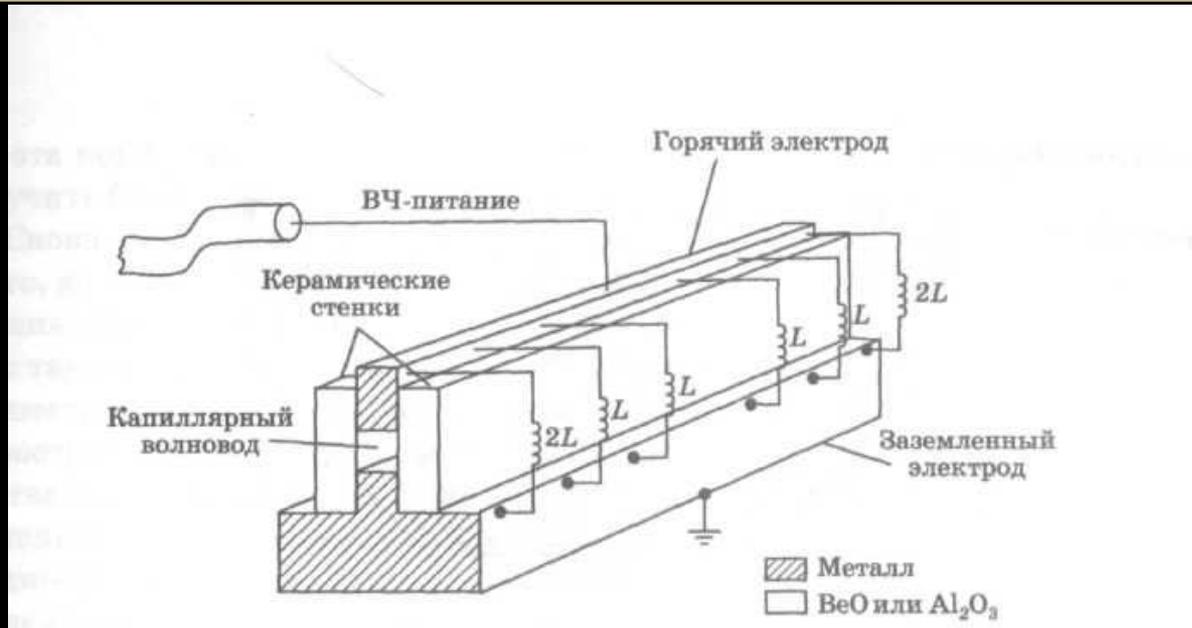
СПОСОБЫ ОХЛАЖДЕНИЯ БЫСТРОПРОТОЧНЫ ПРОДОЛЬШЫЙ



Преимущества: симметрия потока аналогична симметрии оптического резонатора. Следовательно, можно генерировать более высокое качество луча с меньшим влиянием градиента температуры разряда и градиента давления потока газа. Мощность 1-3 Квт

Недостатки: Сложная конструкция, влияние на лазер, возможность ухудшения рабочего газа. Большая мощность компрессора

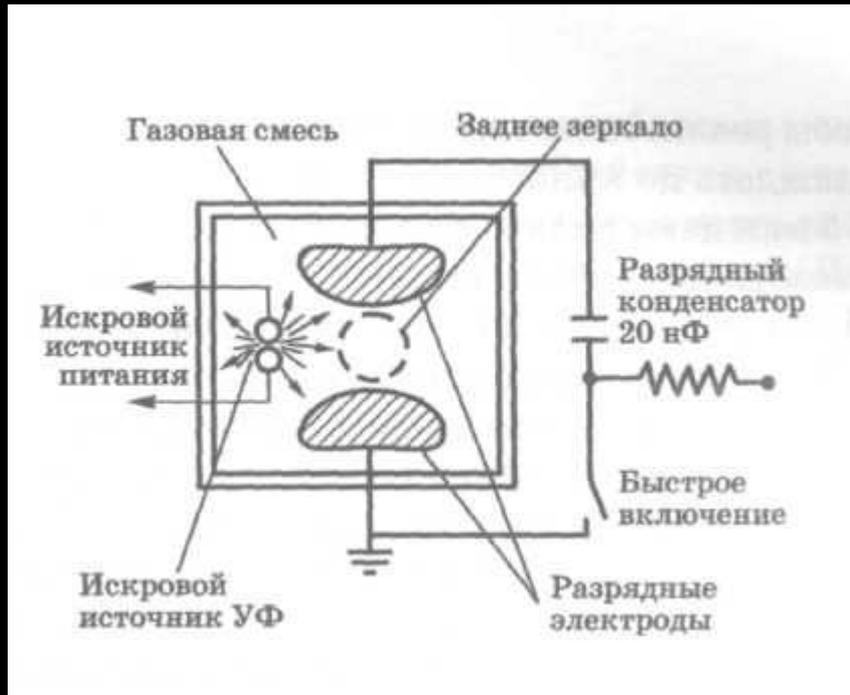
КАПИЛЛЯРНЫЙ ЛАЗЕР С ВЫСОКОЧАСТОТНЫМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ (ПРИМЕРНО 30 МГц)



Преимущества: Не нужно охлаждать, габаритность (длина менее 50 см), этой схеме отсутствуют постоянные анод и катод, поэтому нету деградации газа вблизи катода.

Недостатки: Сложная конструкция, низкая мощность (<30Вт)

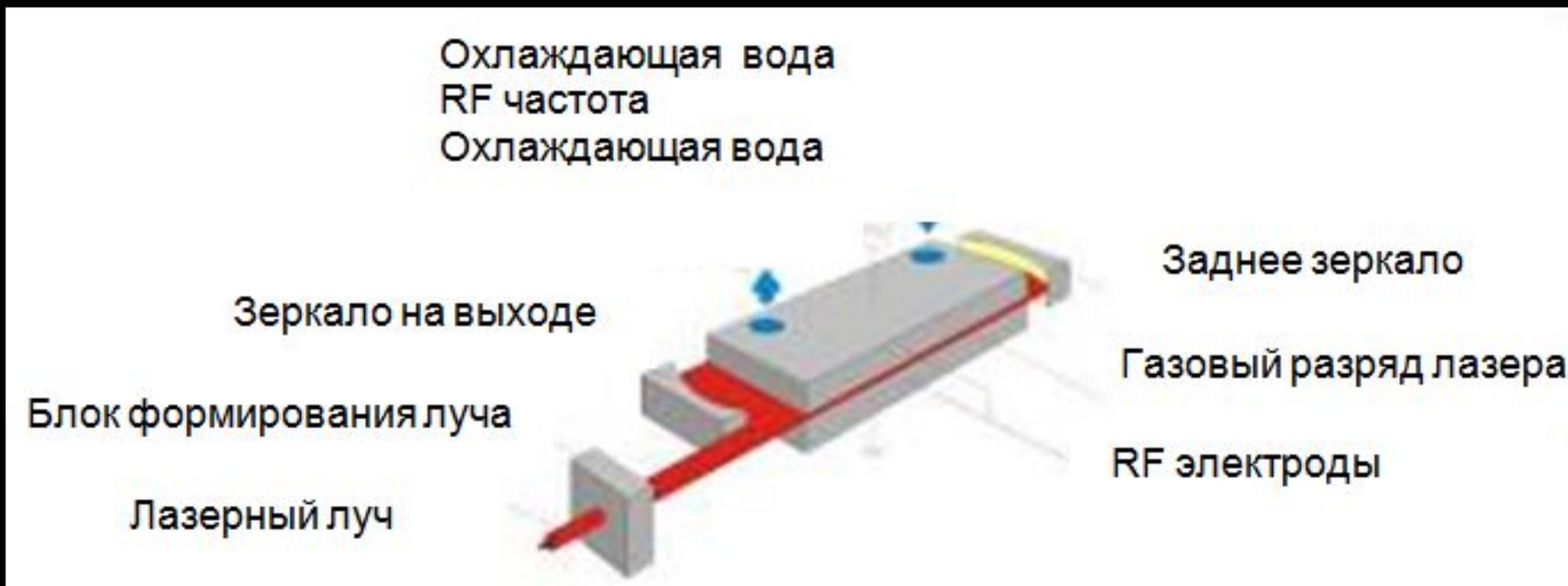
СО₂ ЛАЗЕРЫ АТМОСФЕРНОГО
ДАВЛЕНИЯ С ПОПЕРЕЧНЫМ
ВОЗБУЖДЕНИЕМ (ТЕА ЛАЗЕРЫ).



Преимущества: Большая энергия в коротком импульсе до 1нс

ТЕА-СО₂ лазеры с поперечной прокачкой с относительно высокой частотой повторения (~ 50 Гц) и достаточно высокой средней выходной мощностью ($\langle P_{out} \rangle \sim 300$ Вт) выпускаются серийно.

SLAB CO₂ - ЛАЗЕР



Slab (щелевой) лазер имеет расстояние между электродами несколько мм. На Slab лазерах были получены габаритные лазеры мощностью до 8кВт, с баллоном газа, которого хватает примерно на 1 год службы. Лазерный луч имеет гауссову форму, распространение и фокусирование описаны законами гауссовой оптики с качеством луча, близким к единице

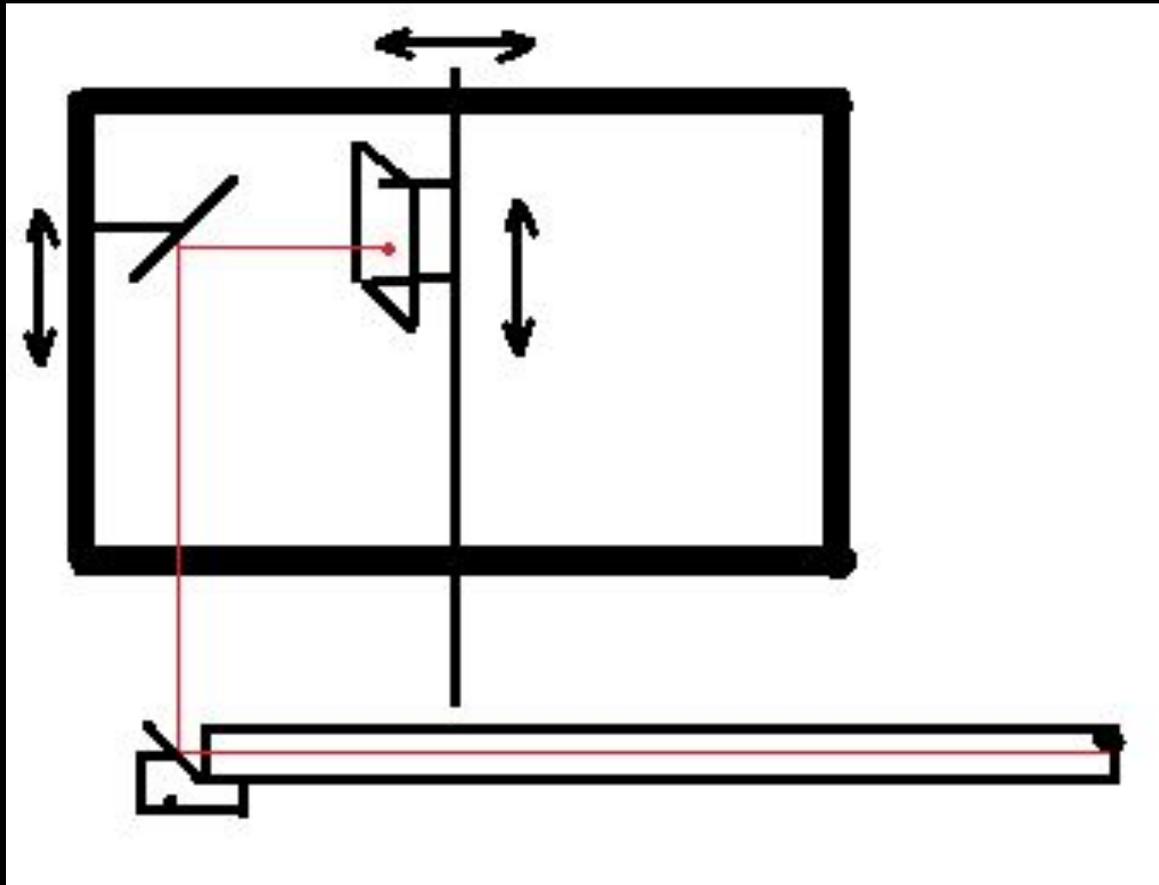
НЕМНОГО О СВОЙСТВАХ ЛУЧА

- Длина луча 10мкМ .
- Очень мало материалов прозрачны для такого излучения.
- Лучше всего пропускает такой свет — селенид цинка, $ZnSe$,
- Существенно хуже (но дешевле) — кремний и германий
- Зеркала — дешевле всего стекло или кремний, покрытые слоем меди или золота. На производстве — бывают цельно медные зеркала с водяным охлаждением, и молибденовые.

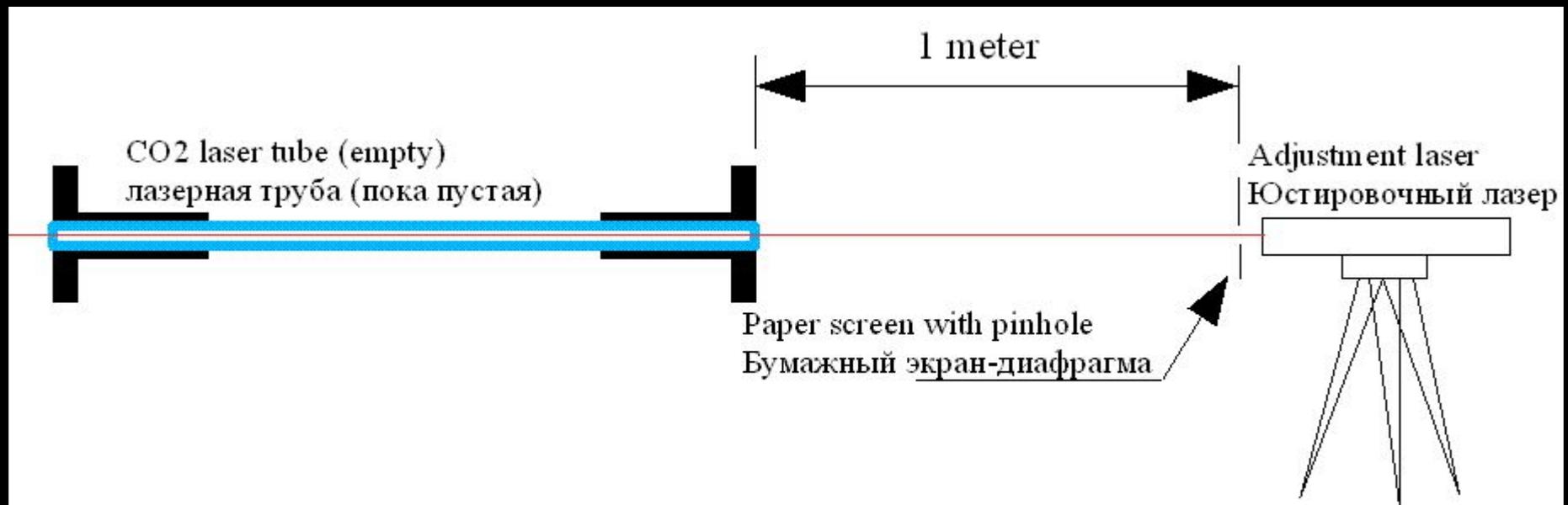


УПРАВЛЕНИЕ ЛУЧОМ

«Летающие зеркала»



НЕМНОГО ПРАКТИЧЕСКИХ
СОВЕТОВ ПРИ СОЗДАНИИ ЛАЗЕРА



Mirrors alignment. Step 1.

Юстировка зеркал. Этап 1.

КОНЕЦ

2. Отражение луча

