Мощные волноводные CO_2 - лазеры с высоким качеством излучения для технологии

В.В.Васильцов, В.О.Александров, И.Е.Голев, Э.Н.Егоров, Е.В.Зеленов, А.Н.Семенов, А.В.Соловьев, Е.Д.Чашкин

Волноводные CO_2 -лазеры

- Продолжающееся развитие лазерных технологий обработки материалов выдвигает повышенные требования к источникам лазерного излучения, такие как надежность, высокое качество излучения, низкие эксплутационные расходы, высокий ресурс работы и малая стоимость.
- Среди различного типа лазеров для технологий CO_2-лазеры продолжают занимать лидирующее положение . В ИПЛИТ РАН для технологических применений много лет разрабатываются многоканальные волноводные CO_2–лазеры диффузионного охлаждения, возбуждаемые разрядом переменного тока звуковой частоты.
- К волноводным лазерам относятся газовые лазеры, например, CO2, CO, эксимерные Xe и KrF, в которых распространение лазерного излучения через активную среду происходит в волноводе. Отличие волноводных газоразрядных лазеров от обычных газовых лазеров состоит в наличии полого, например, диэлектрического волновода между зеркалами, который выполняет несколько функций. С одной стороны, его внутренняя поверхность ограничивает объем, заполненный активной средой, с другой стороны, он служит каналом, по которому распространяется лазерное излучение, является составной частью волноводного резонатора и определяет модовый состав излучения.
- Для волноводных CO_2 -лазеров легко реализуется основное их преимущество как технической системы - компактность конструктивного исполнения и снижения на этой основе массогабаритных показателей.
- В CO_2 - лазерах волновод представляет собой, как правило, газоразрядную трубку, имеющую длину значительно больше внутреннего диаметра, который, в свою очередь, может в сотни раз превышать длину волны излучения.

Многоканальные однолучевые волноводные CO_2 лазеры

- Этот тип технологических лазеров обладают рядом достоинств, таких как:
- высокое качество (одна волноводная мода EH_{11}) и высокая стабильность излучения за счет волноводного режима генерации;
- рекордные массогабаритные характеристики;
- возможность работать на смеси CO_2: He : воздух;
- низкие эксплуатационные расходы.

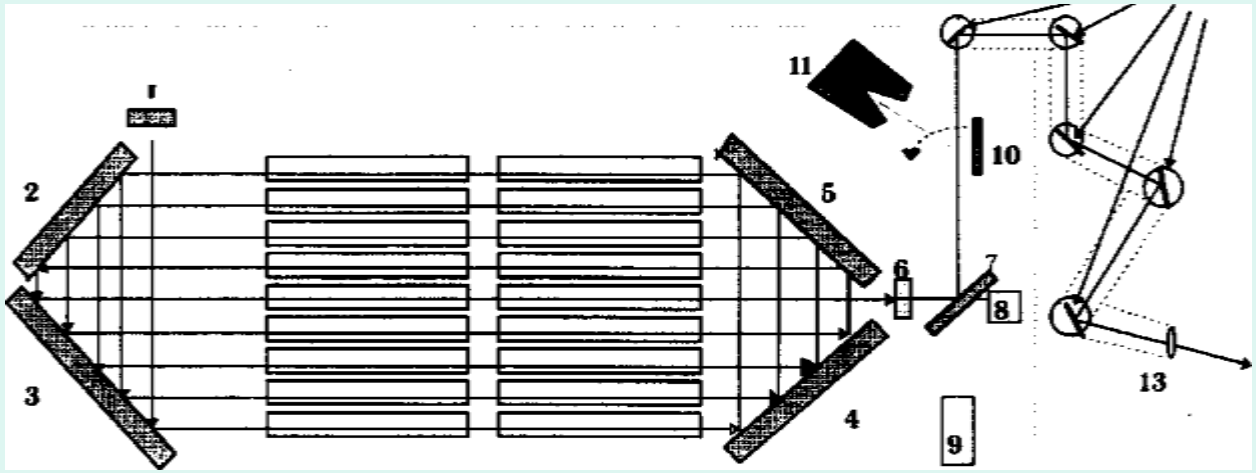
- Для расширения технологических возможностей многоканальных волноводных лазеров, таких как резка и сварка материалов и других применений там, где требуется высокое качество изучения, были разработаны и реализованы конструкции излучателей, в которых излучение последовательно обходит все каналы при параллельном расположении разрядных трубок. По такой схеме возможно создание компактных и дешевых одномодовых лазеров.

Первая модель многоканального однолучевого лазера ТЛ-500

В 1992-1993 г.г. разработана новая конструкция однолучевого волноводного многоканального CO_2 –лазера.

Лазер, обладая всеми достоинствами типоряда лазеров МТЛ с диффузионным охлаждением рабочей среды, возбуждаемой разрядом перерменного тока звуковой частоты, генерирует одномодовое излучение (волноводная мода EH_{11}) с практически с дифракционной расходимостью.

Оптическая схема резонатора лазера ТЛ-500

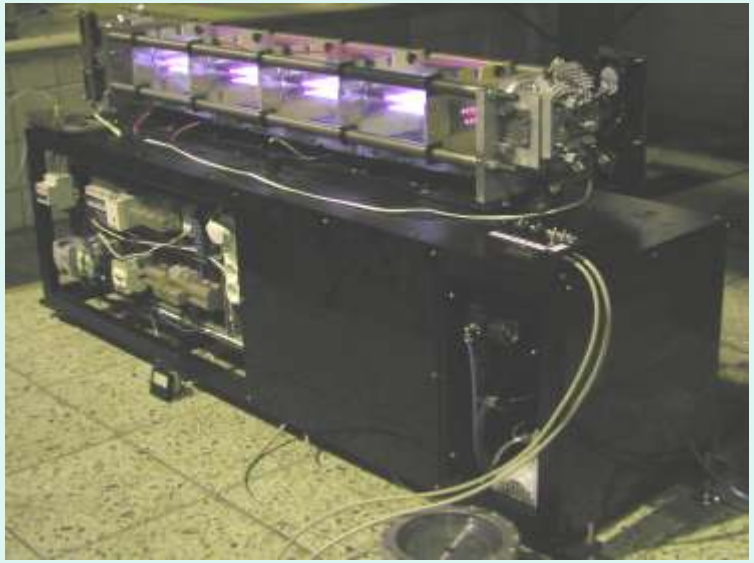


Блок генерации луча с выходным блоком и оптико-механических манипулятором

1 - заднее зеркало, глухое 2,3,4,5 - поворотные зеркала резонатора 6- переднеезеркало, полупрозрачное 7- поворотное зеркало выходного блока 8- измеритель мощности 9- трассировочный лазер 10- зеркало э/механического затвора 11- конус полного поглощения 12- поворотные зеркала оптического манипулятора 13- фокусирующая линз

Излучение из параллельно расположенных трубок (9 шт.) с помощью уголковых отражателей последовательно обходит все трубки, тем самым формируя один длинный резонатор. Вывод излучения осуществляется через полупрозрачное плоское зеркало из ZnSe.

Технологический волноводный CO_2-лазер (мод.ТЛ-300)

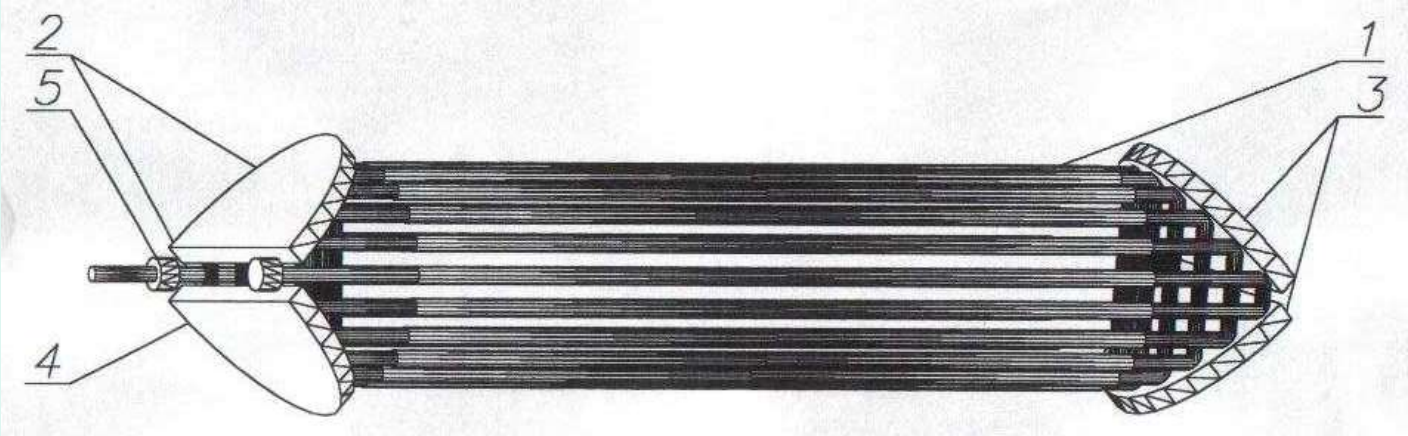


Для малых (до 400 Вт) средних мощностей излучения оказалось технически возможным реализовать воздушное охлаждение излучателя, что существенно повышает эксплуатационную

привлекательность лазера. Такая схема реализована в модели ТЛ-300, внешний вид которой показан слева.

- Технологический волноводный CO_2-лазер (мод.ТЛ-1200)

Оптическая схема резонатора лазера ТЛ-1200



1- кварцевые разрядные трубки, 2, 3 - поворотные зеркала, 4- заднее зеркало,
5- выходное зеркало.

Внутреннее устройство лазера ТЛ-1200

Распределение плотности мощности в дальней зоне (М 1200)

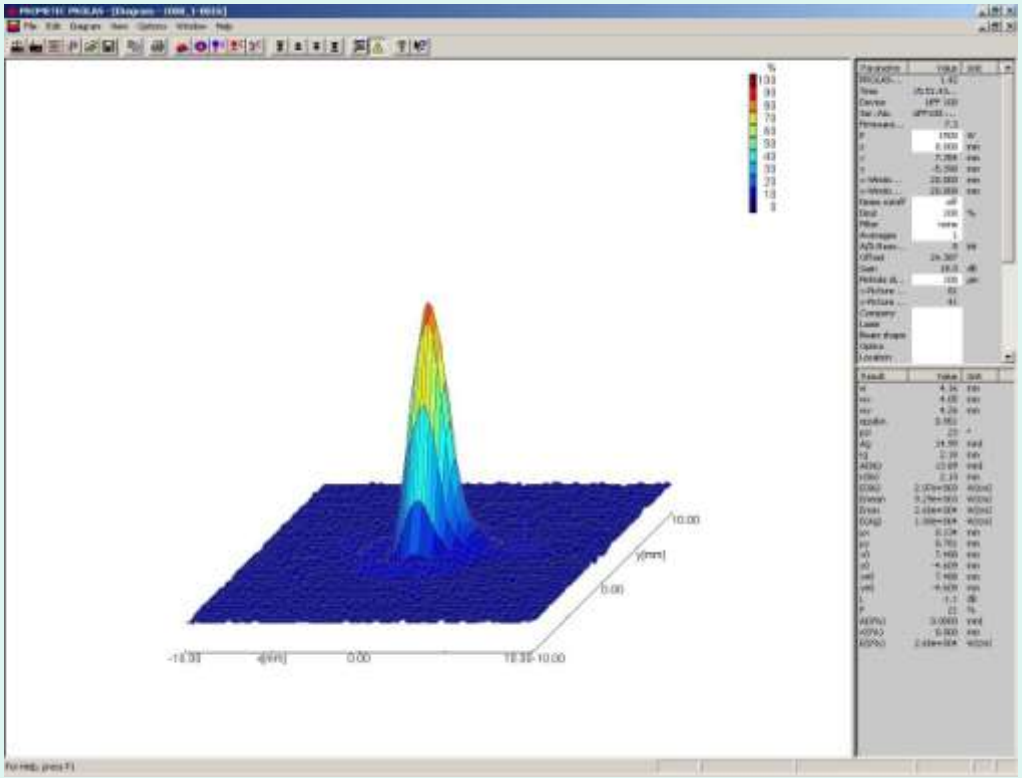
(снято прибором «Prometec»)

Расходимость по уровню 0.86 = 1.57 мрад

Расходимость по уровню 0.9 = 1.67 мрад

Р=1380 Вт , внутренний диаметр разрядной трубки -7 мм

Объемное распределение



Основные технические характеристики

Параметр	ТЛ-300	ТЛ-1200	ТЛ-1500
• Длина волны излучения, мкм	10,6	10.6	10.6
• Номинальная мощность излучения,	320	1200	1500
• Имп.-период. режим генерации, кГц	0,2- 2,5	то же	то же
• Нестабильность мощности излучения, %	$<$ 2	то же	то же
• Аппретура, мм	20 с телес.	то же	то же
• Расходимость излучения , мрад	0.8 с телес.	то же	то же
• Расход газовой смеси, н.л./час	0,5	1,5	1.7
• Расход охлаждающей воды, м3/ час	нет	0,7	0.8
• Технический КПД, %	10	11	11
• Габариты, м	0,6x0,6x1,5	0,6x1,2x2,2	0.6x1.2x2.5
• Масса, кГ	220	380	400
• Особеннности,охлаждение	воздушное	жидкост.	жидкост.

Образцы лазерной резки на лазера мод.ТЛ-300