

Основные достижения

1. Комплекс аддитивных технологий на базе мощного CO₂ –лазера и экспериментальное исследование СЛС порошков для изготовления различных материалов .

Комплекс состоит: из излучателя CO₂ - лазера «Гибрид» со средней мощностью излучения до 2,5 кВт, 3-х координатного манипулятора, внешнего оптического тракта, фокусирующих систем с систем подачи порошкового материала, программы управления 3-координатным столом, программы для послойного изготовления деталей сложного топологического профиля

На рис.1 представлена фотография комплекса.



Рис.1 Справа -технологическая кабина с работающими операторами. Слева видна выходная часть лазера «Гибрид».

Разработан, изготовлен и испытан новый фокусирующий блок с коаксиальным соплом для подачи порошка в зону спекания.



Рис.2. Образцы наплавка порошков. слева сверху- ПР 320ХНМ, $Z=2.2$.кВт, $v=0.35$ м/мин слой-12; середина сверху: Пр 320, $P=3.5$ кВт, $v=0.3$ м/мин, слой 4, справа- ПР-НХ-16, $P=2.5$ кВт, $v=0.3$, Состав: Ni-73%, Cr 16%, C-0.4%, Fe - 0/7%; второй ряд слева ПР Р6М5 , переплавка 50% Состав:С-0/8/-0/9%,Cr-3.8-4.9%, W-5.5-6.5%, Но-4.8-5.3%, V-1.7-2.1%,основаFe; середина второй ряд Пр Н 70Х17С $P=2.5$.кВт, $v=0.3$ м/мин, слой 6; третий ряд слева: ПР-РХ СР3-7, $P=2$ кВт, $v=0.25$ ммин, перекрытие 30%; третий ряд середина Сложный доллар ПГС-27, $P=2.2$.кВт Хим состав: С-3.3-4.5.%, Ск-25%, Тш -2%, Fe-основа, клапан (требуется механообработка) ПБСР-3(200-300мкм), $P=2.2$.кВт, $v=0.3$ мин

2. Тетрагерцовые лазеры с оптической накачкой.

При перестройке мощного волноводного одномодового волноводного лазера модели ТЛ-300 и ТЛ-1000 с помощью дифракционной решетки получена рекордная мощность (до 300 Вт) перестройки на линиях возбуждения метанола, аммиака и др.

Следует отметить, что российские ученые имеют приоритет в оптической накачке для получения терагерцового излучения.

На рис.1 представлена схема измерительного комплекса.

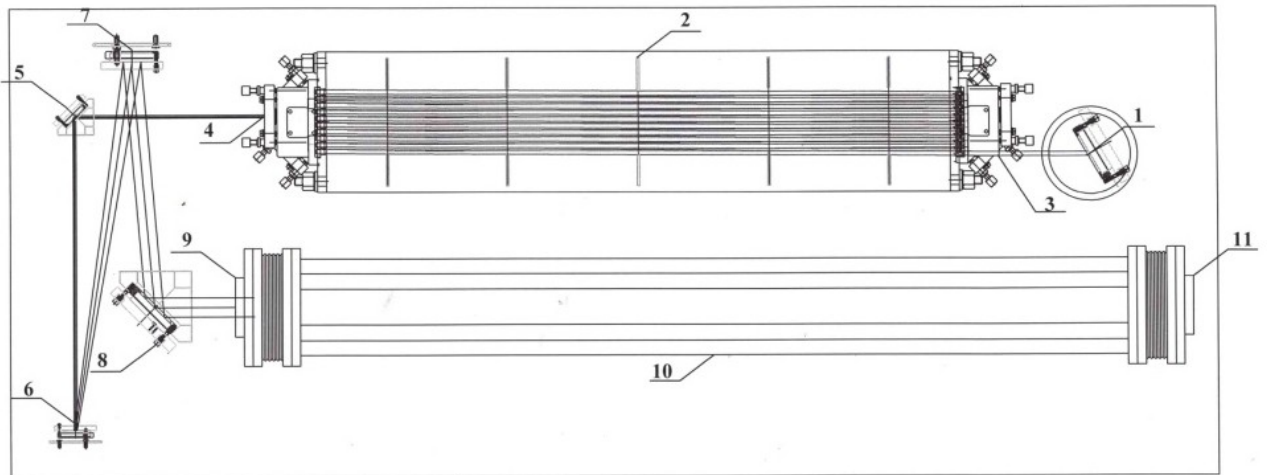


Рис.3 Схема эксперимента

1. Дифракционная решетка , 2- Излучатель CO₂–лазера ТЛ-300 с воздушным охлаждением, ТЛ-1000 с жидкостным охлаждением
3. Просветвленное окно ZnSe, 4- выходное окно ZnSe , 5-поворотное зеркало, 6- Плоско-выпуклое зеркало телескопа, 7- Плоско-вогнутое зеркало телескопа, 8- Поворотное зеркало , 9- Входное окно ZnSe , 10- Кювета терагерцовая , 11- Выходное окно SiO₂

В качестве источника оптической накачки должен быть использован технологический волонодный лазер CO₂–лазер с диффузионным охлаждением, возбуждаемый разрядом переменного тока звуковой частоты модели ТЛ-300 [4]

Таблица 1.

Параметр/модель	ТЛ-1000	ТЛ-300
Длина волны излучения, мкм	10.6	10.6
Средняя мощность, Вт	1000	320
Форсированная мощность	1200	500
Импульсно-период, кГц	0.2-2.5	0.2-2.5
Стабильность мощности, %	<2	<2
Аппертура, мм	7 20(с	7 20(с

	телескопом)	телескопом)
Расходимость изл., мрад	0.8(с елескопом)	0.8(с телескопом)
Расход газовой смеси, н.л/ч	0.8	0.5
Расход воды, м ³ /ч	1.0	Нет
Технический КПД, %	10	10
Габариты, м	0.8x0.8x2.2	0.6x0.6x1.5
Масса, кг	400	220
охлаждение	жидкостное	воздух

Кювета терагерцового лазера.

Кювета выполнена из кварцевой трубы диаметром 80мм. По оси устанавливается вкладыш из металла диаметром 20-30мм. Резонатор выполнен на инваровых штангах с юстировочными узлами и входным окном из просветленного ZnSe и выходным из кристаллического кварца.

Наполнение кюветы необходимым газом осуществляется системой откачки и напуска.



Фотография кюветы терагерцового излучателя (рис 4.)

Полученные результаты.

В таблице 2 приведены данные по длинам волн излучения оптической накачки и генерации в терагерцовом диапазоне для различных сред.

Таблица 2.

$\lambda(\mu\text{m})$ FIR	FIR molecule	CO ₂ pump line	$\lambda(\mu\text{m})$ CO ₂
96.5	CH ₃ OH (метанол)	9R(10)	9.33
118.8	CH ₃ OH (метанол)	9P(36)	9.694
118.8	NH ₃ (Аммиак)	9P(36)	9.694
184.3	CH ₂ F ₂ (Фреон 32)	9R(32)	9.21
432.6	HCOOH (МУР.кислота)	9R(20)	9.27
513	HCOOH (МУР.кислота)	9R(28)	9.23

Результаты экспериментов

Получена генерация терагерцового излучения на фреоне 50 мВт, на метаноле 35 мВт .

При использовании лазера ТЛ-1000 получена рекордная накачка мощностью более 300 Вт. Данные приведены в диаграмме 2.

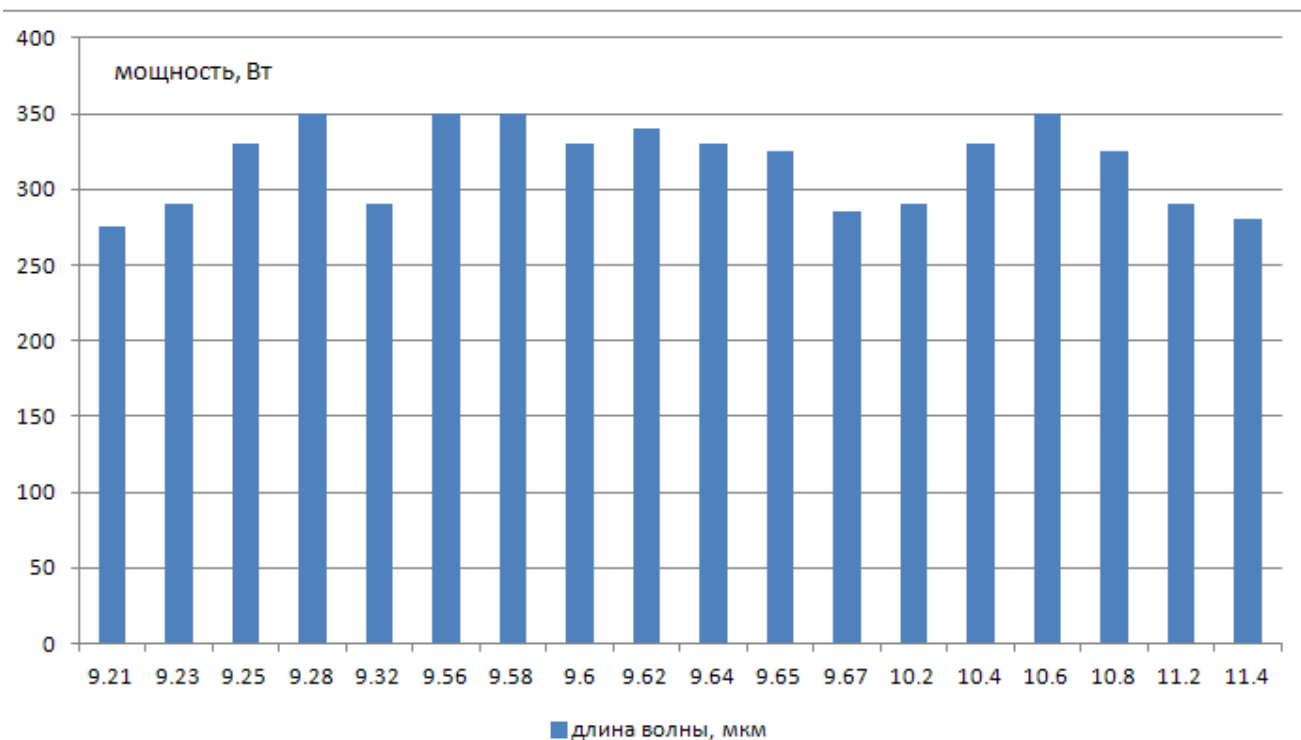


Диаграмма 2

Проект терагерцового излучателя

Практические применения излучения терагерцового диапазона в определенных случаях, например борьба с терроризмом, требует создания мобильной и достаточно компактной системы, которая может быть расположена на миниавтомобиле.

Проект такой системы разработан и может быть реализован.

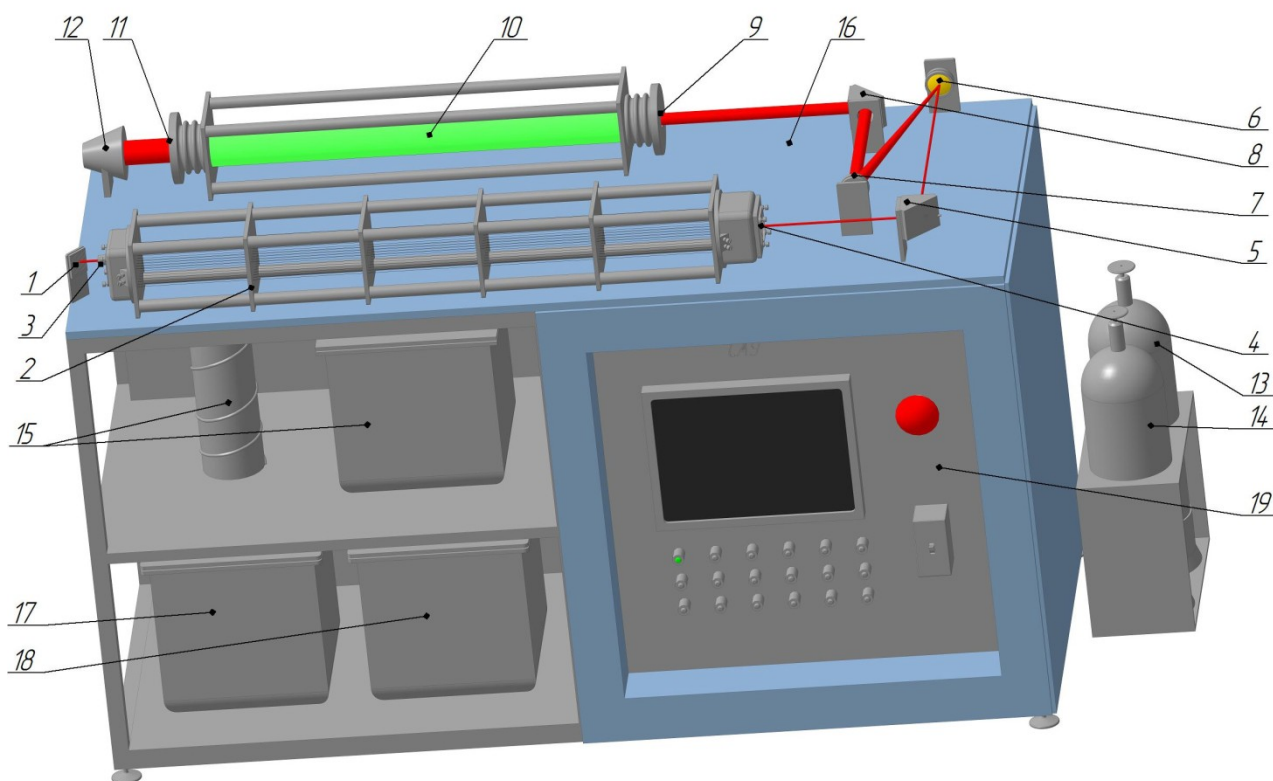


Рис. 5. Дизайн-проект терагерцовой мобильной системы.

1-Дифракционная решетка, 2-излучатель CO₂-лазера ТЛ300, 3-просветленное окно ZnSe, 4-юстировочный узел выходного окна, 5,8-поворотные зеркала, 6, 7-зеркала телескопа, 9-входное окно ZnSe, 10-кювета терагерцовая, 11-выходное окно SiO₂, 12-измеритель терагерцового излучения, 13,14-баллоны, 15-источник питания ТЛ300, 16-плита, 17-система газонапуска ТЛ300, 18-система газонапуска кюветы, 19-система автоматического управления.

Излучение одномодового лазера ТЛ-300 (4), выведенного на управляемую мощность от 150 до 300 Вт, в дальнейшем до 500 Вт подается через выходное окно (8) и поворотную призму (5) на расширяющий телескоп (6-7) с 7 мм до 45-50мм. Лазер с помощью узла дифракционной решетки перестраивается по длинам волн в диапазоне 9.1-10.6 мкм.

4. Лазеры для процедуры трансмиокардиальной реваскуляризации.

Интеллектуальная лазерная медицинская система «Перфокор» создана на базе специально разработанного в ИПЛИТ РАН мощного

волноводного CO₂- лазера с воздушным охлаждением килловатного уровня мощности, и включает в себя: компьютеризированную систему управления, систему синхронизации лазерного импульса по ЭКГ пациента и запись параметров операций.

Система не имеет аналогов в России и Европе и по своим техническим характеристикам не уступает, а по некоторым показателям (энергетическая эффективность, качество излучения, весогабаритные характеристики, стоимость) превосходит единственную подобную систему "Heart Laser" фирмы PLC Medical System США.

Цикл работ по внедрению в клиническую практику метода ТМЛР на отечественной лазерной медицинской системе «Перфокор» получил Премию правительства РФ за 2003 г. в области науки и техники .

На рис ба и бб. приведены внешний вид систем «Перфокор» и «Перфокор-М»



5. Опытный образец системы «Хирург»

К настоящему времени для лазерных хирургических операций в различных областях медицины широко используются СО₂-лазеры мощностью до 30-40 Вт. По мнению хирургов России этой мощности вполне достаточно для проведения стандартных операций. Исключение составляют операции на косном мозге с показаниями онкологии, где требуется мощность излучения порядка 200 Вт.

В настоящее время в России фактически прекращен выпуск отечественных лазерных хирургических установок. Исключение составляют только установки «Ланцет», стоимость которых на сегодняшний день возрасла до 1 600 тыс. руб., а градообразующее предприятие «Туламашзавод» перестало поддерживать производство медицинской техники. Поэтому данная работа имеет особую актуальность для России.

В таблице 3. приведены основные технические характеристики установки «Хирург».

Таблица 3 Технические характеристики установки «Хирург»

Наименование параметра	Значение
Длина волны излучения, мкм	10.6
Максимальная мощность, Вт	30-60
Импульсно-периодический режим, кГц	1-2
Энергия в импульсе, Дж	0.5-5
Длительность импульса, мсек	30-250
Диаметр выходного пучка, мм	7
Структура излучения	одномодовая
Потребляемая мощность, кВт	0.2
Расход газовой смеси, н. л./час	<0.1
Габариты, мм	400x400x1200 (с манипулятором)

Вес, кг	50
Манипулятор	семизеркальный

Стоимость при мелкосерийном производстве - не более 1200 тыс. руб.
Фото установки представлено на рис. 2.



Рис. 2 Фото установки «Хирург»