Создание типоряда промышленных CO2-лазеров с быстрой поперечной пркачкой газа мощностью 1,5—4 кВт.

А.И.Бондаренко
Институт проблем лазерных и инфомационных технологий РАН

Разработка базовой модели типоряда-лазера ТЛ-1,5 с максимальной мощностью 1,5 кВт, предназначенного для задач лазерной резки, была начата в НИЦТЛ в 1986 году. В 1987 году был создан опытный образец данного лазера. В том же году лазер ТЛ-1,5 был сдан межведомственной комиссии (МВК) и рекомендован к серийному производству.
Лазер ТЛ-1,5 представляет собой моноблочную конструкцию, рис.8, состоящую из блока генерации луча (БГЛ), поз.1, и блока электропитания, поз. 2. Блок электропитания, с размещёнными в нём системами электропитания, управления, охлаждения и газовакуумного обеспечения выполняет также функции основания лазера. На блоке электропитания установлен и закреплён БГЛ, состоящий из газодинамического контура, с размещенными в нем основными системами (газоразрядной камеры , вентилятора и теплообменника).
Снаружи на БГЛ установлены электромагнитные клапаны откачки и системы поддержания давления вакуумного контура. На передней крышке БГЛ крепится выходной блок, в котором установлен быстродействующий затвор, перекрывающий лазерное излучение, и система трассировки, совмещающая ось He-Ne лазера с осью основного излучения.При работе лазера газовая смесь CO2:N2/O2:He в соотношении: 1,5:13:23, при рабочем давлении 33-38 Торр, прокачивается диаметральным вентилятором со скоростью 45 м/с через ГРК, в которой осуществляется накачка газовой смеси тлеющим разрядом, после чего нагретая смесь охлаждается в трубчато-пластинчатом теплообменнике и снова подаётся вентилятором в ГРК. Сформированное в устойчивом 5-проходном резонаторе лазерное излучение выводится наружу через выходное окно из ZnSe, расположенное на передней крышке БГЛ.

Управление лазером осуществлялось современной на тот момент микропроцессорной системой автоматического управления (МПСАУ).
Для расширения технологических возможностей данного типа лазеров, по аналогичной конструктивной схеме, были разработаны унифицированные варианты лазеров мощностью 2,5 и 4 кВт, предназначенные для задач поверхостной термической лазерной технологии

Технические характеристики разработанного типоряда лазеров приведены в таблице 1

Таблица 1

Наименование параметра	**Единицы измерения**	**ТЛ-1,5**		**ТЛ-2,5**	**ТЛ-4**
		Мод. 10115	**Мод. 10215**	**Мод. 10125**	**Мод. 10140**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Максимальная мощность излучения	кВт	1,5	1,5	3	4,2
Номинальная мощность излучения	кВт	1,3	1,3	2,5	4
Относительная нестабиль-ность номинальной мощности	%	±2	±2	±2	±2
Энергетическая расходи-мость на уровне номиналь-ной мощности, не более	рад	$1{,}4\cdot10^{-3}$	$1{,}4\cdot10^{-3}$	$2{,}5\cdot10^{-3}$	$3\cdot10^{-3}$
Угловая нестабильность оси излучения, не более	рад	$\pm1{,}5\cdot10^{-4}$	$\pm1{,}5\cdot10^{-4}$	$\pm1{,}5\cdot10^{-4}$	$\pm1{,}5\cdot10^{-4}$
Диаметр лазерного пучка на уровне номинального излу-чения, не более	мм	19	19	40	40
Режим генерации	-	непре-рывный	непре-рывный	непре-рывный	непре-рывный
Длина волны излучения	мкм	10,6	10,6	10,6	10,6
Модовый состав	-	TEM_{00}	TEM_{00}	много-модовый	много-модовый
Поляризация	-	линейн.	линейн	-	-
Пределы регулирования мощности	Вт	100-1500	100-1500	200-3000	200-4200
Рабочее давление	мм рт. ст.	37,5	37,5	35	36
Расход рабочей смеси (при нормальных условиях)	л/час	56	20 - 56	56	85
Потребление газов (при нормальных условиях					
He	л/час	31	11 - 31	31	47
N_2/O_2	л/час	22	8 - 22	22	34
CO_2	л/час	3	1 - 3	3	4
Потребляемая электри-ческая мощность, не более	кВт	30	24	33	50
Расход охлаждающей воды, не более	$м^3$/час	2,2	2,2	2,3	3,5
Габаритные размеры:					
Длина	мм	2200	2150	2200	2200
ширина	мм	1210	950	1210	1210
высота	мм	2070	1750	2070	2070
Масса, не более	кг	1700	1000	1700	1800

В процессе эксплуатации базовой модели лазера ТЛ-1,5 (мод.10115), а именно на нее ложится основной объем всей выпущенной в 90-е годы лазерной продукции киловатного уровня в России, показал, что основные системы лазера обладают достаточной надежностью и хорошо зарекомендовали себя при работе в сложных производственных и климатических условиях. Однако такие показатели, как КПД, расходные характеристики рабочих газов, а также массогабаритные параметры лазера в целом требовали новых технических решений. В результате была создана новая модификация лазера ТЛ-1,5 (мод.10215),рис.1 Для данной модели был разработан новый транзисторный источник питания с реактивным балластированием электродной системы лазера, что позволило поднять КПД лазера. Так же была разработана новая система управления лазера, которая через локальные программируемые микропроцессорные контроллеры обеспечивала в автоматическом режиме работу всех систем лазера. Полностью переработанная система газонапуска позволяет вести программируемый расход рабочего газа в зависимости от режимов работы лазера и тем самым значительно сократить его газопотребление. Новая конструктивная компановка позволила значительно сократить массогабаритные характеристики лазера(объем на 55%, а вес на 70%).

Технические параметры некоторых индустриальных CO_2-лазеров ИПЛИТ РАН

Модель	Макс. мощность	Апертура, мм	Расходимость, мрад	Потребляемая мощност	Масса кГ
10215 (ТЛ-1,5)	1,5	19	1,4	24 кВт	1000
10430 (ТЛ-2,5)	2,5	до 28	1,5	26 кВт	1000
10260 (ТЛ-6)	6	30	1,5	70 кВт	2000

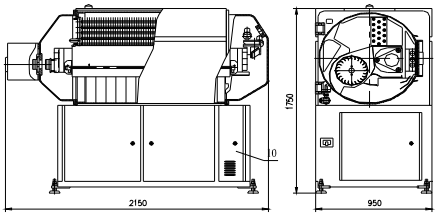

Рис. 1. Лазер ТЛ-1,5 (модель 10215)

Организация выпуска в опытном производстве головных образцов ТЛ-l,5 явилась одним из важнейших этапов создания типоряда. Для обеспечения процесса изготовления и испытаний

этого лазера, было разработано около 100 единиц технологической оснастки и стендового оборудования. На отдельные системы лазера, такие как: корпус БГЛ; диаметральный вентилятор; теплообменник; анодная плата с балластными резисторами и др. потребовалась разработка оригинальных технологий, которые апробировались в отечественном лазеростроении

В рамках организации контроля технических характеристик были разработаны программы и методики испытаний, которые легли в основу технических условий на данный лазер.

В связи с тем, что в условиях опытного производства сложно организовать надлежащий контроль качества всех изготавливаемых деталей ТЛ, были разработаны паспорта качества наиболее ответственных узлов и систем ТЛ, в которых удостоверяются фактические параметры данных систем, получаемые в процессе их проверок и испытаний.

Только при наличии оформленных паспортов, подтверждающих соответствие систем требованиям КД, они могут быть установлены в лазер. Такой контроль систем позволяет своевременно выявлять дефекты изготовления и способствует повышению качества выпускаемого ТЛ. После проведения приемосдаточных испытаний, вся документация на принятый лазер (паспорта, акты и протоколы испытаний) сдается на хранение, и в случае необходимости (отказы в работе ТЛ у заказчика) может быть проанализирована разработчиками. Такой подход лег в основу разработанной и внедренной в опытное производство ИПЛИТ РАН системы качества при производстве лазерных систем и лазерной оптики, которая была сертифицирована по ISO 9001 немецкой фирмой “TUF NORD”.

ВНЕДРЕНИЕ ТЛ В СОСТАВЕ АЛТК В ПРОМЫШЛЕННОСТЬ.

Анализ применения ТЛ для технологических процессов обработки материалов показал, что эффективность его работы достигается только при использовании ТЛ в составе АЛТК [1.4].

В настоящее время накопился значительный опыт использования лазеров ТЛ-1,5 и ТЛ-2,5 в производственных условиях. Изучение этого опыта позволяет эффективно доводить

и совершенствовать промышленные образцы ТЛ, а также способствует повышению квалификации разработчиков.

Наибольшее распространение среди производимых в России лазерных комплексов получил АЛТК резки с лазером ТЛ-1,5. Около 100 таких АЛТК работает как в России, так и за рубежом (10 АЛТК поставлены в страны дальнего зарубежья).

Данные комплексы работают в различных климатических условиях, включая тропические (“Russind Lasers” г.Ахмедабад и “Arth Laser Works” г.Пуна, Индия).

На рис.11 приведен общий вид АЛТК с лазером ТЛ-1,5 и координатным столом ELP-002 с размерами рабочей зоны стола 1.5 х2 м.

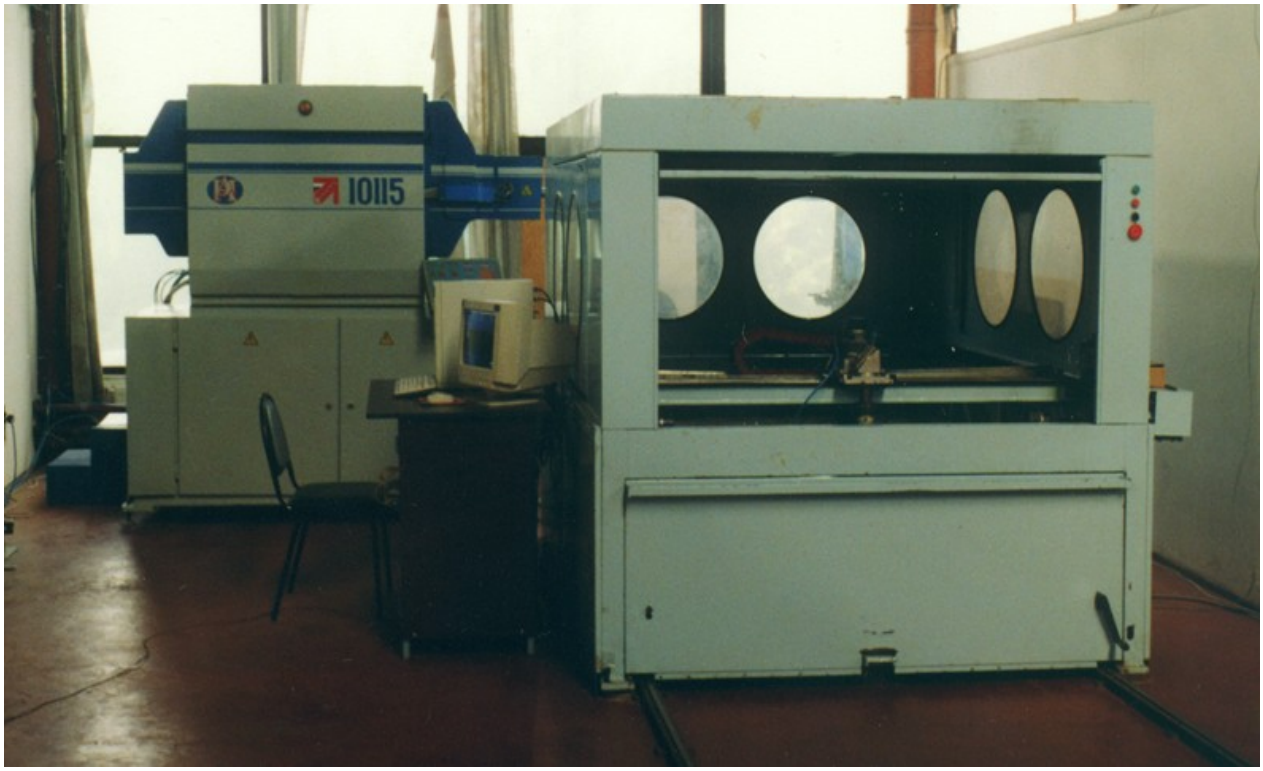

Рис.2. Общий вид АЛТК.