

# ЛАЗЕРНАЯ МИКРООБРАБОТКА: ТОЧНЫЕ И ЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ

Сегодня на долю лазерной микрообработки в мире приходится по разным оценкам от 15% всех промышленных применений лазерного оборудования. При этом после существенного спада 2008-2009 годов именно в области микрообработки обозначился наиболее существенный рост – почти 90% против 20% в маркировке. Это объясняется все повышающимися требованиями к надежности и качеству высокотехнологичной продукции различных отраслей, все более активному применению новых материалов со специфическими свойствами, многократному увеличению быстродействия и информационной пропускной способности, интеллектуализации и миниатюризации приборов, с одной стороны, и гибкостью и эффективностью лазерных методов обработки – с другой.

## ДОСТОИНСТВА ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ МИКРООБРАБОТКИ

Для изделий малого размера, обработка которых должна удовлетворять очень высоким параметрам по точности и качеству, лазерная микрообработка является наиболее подходящим методом по следующим причинам:

- Отсутствие механического контакта с изделием, а следовательно, отсутствие нажима, трения и т.п. – всех тех воздействий, которые могут привести к деформации структуры.
- Минимальное термическое воздействие с высоким уровнем управляемости. Это позволяет избежать неконтролируемого нагрева изделий, деформаций и остаточных напряжений.
- Лазерное излучение можно сфокусировать в пятно диаметром в 25 микрон, а современные кинематические системы на линейных двигателях прямого привода позволяют добиться точности позиционирования от 3-5 мкм, что позволяет удалять материал очень малыми порциями с высокой точностью.
- Технология лазерной обработки позволяет контролировать и изменять в широких пределах длительность, форму и мощность энергии импульса – и таким образом реализовывать крайне широкий спектр технологий.
- Отсутствие механического контакта с изделием, лазер – один из наиболее удачных инструментов для многоосевой обработки, позволяющий обрабатывать изделия самых различных и сложных форм.

## СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Сегодня лазерные методы микрообработки применяются практически во всех наукоемких отраслях производства как для создания новых видов технологического оборудования, так и для непосредственного массового и серийного производства новых видов продукции:

**В электронике** – это лазерная обработка новых и традиционных материалов, создание 3-D структур, переход на субмикронные технологические нормы, разработка интеллектуальных систем датчиков и приборов на основе микроэлектромеханических (MEMs) технологий, использующих тонкопленочные технологии, создание сверхлегких гибких компонентов, мембраны, панели и т.д. Лазерные технологии активно применяются и в производстве бытовой электроники.

**В средствах связи и телекоммуникации** – переход на мультиплексированные (WDM и DWDM) волоконно-оптические линии связи (ВОЛС) и создание абсолютно нового класса оптических коммуникационных приборов кроссирования (MEMs и DMS-технологии), производство средств связи.

**В машиностроении, самолетостроении и автомобильной промышленности** – новые технологии лазерной резки, микросварки и лазерной формовки, создание новых технологических процессов для микроструктурирования поверхностей, применение лазеров для сверления технологических микроотверстий в агрегатах, инжекторах, форсунках и филь-

**At making of details of small-size, the processing of which must satisfy very high requirements on accuracy and quality, the laser micromachining is the most suitable method and it is used practically in all high-tech industries, both for creating of new types of technological equipment and for the mass and serial production of new types of products.**

трах из особо прочных и керамических материалов, лазерное сверление вентиляционных охлаждающих каналов в турбинных лопатках авиационных двигателей и многое другое.

**В энергетике** – технологии производства солнечных элементов нового поколения.

## ВЕДУЩИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ ОБОРУДОВАНИЯ ЛАЗЕРНОЙ МИКРООБРАБОТКИ

В определенный момент развития технологий стало ясно, что для решения значительной части новых задач технических возможностей традиционных лазерных машин оказывается недостаточно, так как пределы качественного улучшения основных характеристик принципиально ограничены физическими возможностями элементной базы, на основе которой созданы эти системы.

Встал вопрос о создании комплексов с лазерами нового поколения с качественно новыми характеристиками, освоение прецизионных кинематических систем (координатных столов и приводов, сканирующих систем, систем слежения) с повышенными точностями позиционирования.

Сегодня среди мировых производителей лазерного оборудования можно выделить 4 основные группы:

1. Компании - разработчики лазерных источников создают системы на своих собственных лазерах, «достраивая» их при помощи покупных модулей самостоятельно (например, роботов, манипуляторов, систем управления и т.д.)



### Ультрафиолетовые решения

www.uvsol.net

#### Твердотельные перестраиваемые лазеры УФ диапазона спектра

Активная среда	LiCaAlF <sub>6</sub> : Ce <sup>3+</sup>	LiLuYF <sub>4</sub> : Ce <sup>3+</sup>
Диапазон перестройки, нм	280 - 317	305 - 335
Дифференциальный КПД	20%	20%
Длительность импульса, пс	>590	>700



#### Фторидные кристаллы, кристаллические активные среды

ИК диапазон Активированные РЗИ LiYF <sub>4</sub> CaF <sub>2</sub> :YF <sub>3</sub> BaF <sub>2</sub> :LaF <sub>3</sub>	Ионами группы железа MgF <sub>2</sub> KMgF <sub>3</sub> KZnF <sub>3</sub>	УФ диапазон CeLiLuYF <sub>4</sub> CeLiCaAlF <sub>6</sub> CeLiSrAlF <sub>6</sub>
---	--	--



#### Инструментарий для лазерного эксперимента

- Газовые ВКР преобразователи
- Оптические аттенюаторы широкого диапазона длин волн
- Измерительные системы для экспериментов pump-probe



**420100, Российская Федерация, г. Казань, пр. Победы, 184-65**  
**Телефон: +7(917)237-62-43 E-mail: ultravioletsol@mail.ru**

- либо в сотрудничестве с компаниями-интеграторами. К этой группе следует отнести Coherent, InnoLas, Thales Laser, Lasag, ряд компаний, созданных российскими специалистами за рубежом, прежде всего LIMO и IPG Photonics.
2. Ведущие станкостроительные фирмы, производящие металлообрабатывающее оборудование различного назначения, устанавливают на свои координатные системы покупные лазеры (яркий пример – DMG).
  3. Компании-интеграторы, идущие «от конечной задачи» заказчика и разрабатывающие оборудование для реализации конкретных технологий. В последние годы явно наметилась тенденция, в соответствии с которой компании-интеграторы оказываются более экономически эффективными, чем производители комплектующих, что ведет к созданию концернов и разнообразным поглощениям. Иногда производители отдельных блоков (как правило, лазеров или кинематических систем) «достраивают» корпорацию, создавая или приобретая компании-интеграторы. В обоих случаях в рамках одного концерна объединяется производство и отдельных блоков и систем, и оборудования в целом. Примеры зарубежных компаний: LPKF, GSI, Rofin Sinar, Jenoptik, Newport. В России одними из ведущих интеграторов является ООО НПЦ «Лазеры и аппаратура ТМ».
  4. Развитие осуществляется на основе центров: технологических, научных или производственных (Job-shops). Однако в этом случае оборудование изготавливается в единичных экземплярах. Такие центры существуют как за рубежом, так и в России.

До середины 2000-х годов для целей микрообработки в России производились в основном только системы с твердотельными лазерами с ламповой накачкой или с газовыми (CO<sub>2</sub>) лазерами. Точности позиционирования координатных систем составляли 20-50 мкм. Однако используемая элементная база ограничивала как технологические, так и экономические показатели на определенном уровне. В 2007-2008 гг. в России начались разработки комплексов с новейшей элементной базой (волоконные лазеры, лазеры с диодной накачкой, кинематические системы прямого привода с линейными двигателями, микрооптика, асферическая оптика и т.д.). На сегодняшний день

такие станки российского производства серийно выпускаются и десятки таких станков активно эксплуатируются на целом ряде предприятий на территории СНГ.

### ОСНОВНЫЕ МОДУЛИ ЛАЗЕРНОЙ СИСТЕМЫ МИКРООБРАБОТКИ

Основными блоками любой системы для лазерной микрообработки, определяющими ее технологические возможности и эксплуатационные характеристики, являются кинематическая система, источник лазерного излучения и система управления.

**Кинематическая система.** Сегодня для решения задач по микрообработке наиболее оптимальными являются станки с координатными системами либо на основе гальваносканеров, либо на основе линейных двигателей прямого привода.

При этом гальваносканеры достаточно давно используются в лазерном оборудовании. В России наиболее широкое применение они получили в системах для маркировки, однако благодаря их параметрам успешно используются и в системах микрообработки. Системы на линейных двигателях начали серийно внедрять на предприятиях последние 5 лет. Их применение позволяет избавиться от проблем, которые сопутствуют использованию «традиционных» приводов (ШВП, шестерня-рейка и т.п.).

Линейные двигатели, реализующие прямой электропривод без преобразования видов движения:

- позволяют избавиться от преобразователей вращательного движения в поступательное, снижающих точность, быстродействие и долговечность оборудования. В ЛД нет соприкасающихся частей, подверженных износу, соответственно, его высокие точностные характеристики остаются неизменными. Вследствие сравнительно малой величины статического условия ЛД имеют габариты и массу, не превышающие аналогичные показатели приводов на ШВП.
- за счет реализации технологии прямого электропривода обладают на порядок более высоким КПД, а значит, имеют существенно более высокую производительность.

В результате применение таких приводов позволяет создавать технологическое оборудование с существенно улуч-



# ПЕТЕРБУРГСКАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ЯРМАРКА

Санкт-Петербург, Ленэкспо

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ВЫСТАВКИ

ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ КОНГРЕСС

VI САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПАРТНЕРИАТ

БИРЖА ДЕЛОВЫХ КОНТАКТОВ

КОНКУРС ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

ОРГАНИЗАТОР

ВЫСТАВОЧНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ



13–15 марта 2012

Специализированные выставки

- Металлургия. Литейное дело
- Машиностроение
- Обработка металлов
- Высокие технологии. Инновации. Инвестиции (Hi-Tech)

NEW!

- Крепеж
- Неметаллические материалы для промышленности
- Услуги для промышленных предприятий

www.ptfair.ru

РЕСТАЭК®

Тел.: (812) 320-80-92

E-mail: [autopr@restec.ru](mailto:autopr@restec.ru)

## КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ

с волоконными, твердотельными и CO<sub>2</sub> лазерами

Серийное производство систем для лазерной обработки материалов с импульсными твердотельными и волоконными лазерами, патентованными прецизионными высокоскоростными координатными столами на линейных двигателях, с автоматизированным управлением

шенными эксплуатационными характеристиками, а зачастую, и новыми свойствами. Более того, целый ряд технологических задач не может быть качественно решен с использованием других типов приводов. Серийно выпускаемые сегодня приводы на линейных двигателях для лазерного оборудования позволяют добиваться точности и повторяемости лучше 1-3 мкм.

При этом привод на линейных двигателях можно использовать как для прямолинейных перемещений, так и для осей вращения, что позволяет создавать многоосевые системы высочайшей точности.

**Источник лазерного излучения:** в зависимости от обрабатываемого материала и его свойств для целей микрообработки могут использоваться различные типы лазеров: от «традиционных» CO<sub>2</sub> и Nd:YAG с ламповой накачкой до волоконных, с диодной накачкой, фемтосекундных и т.д.

Ниже представлена сравнительная характеристика свойств волоконных иттербиевых лазеров и Nd:YAG с ламповой накачкой при работе с различными материалами и при решении различных задач.

Табл. 1. Волоконные лазеры и лазеры с ламповой накачкой

Технологическая операция	Качество		Производительность	
	ламповая накачка	волоконные	ламповая накачка	волоконные
Прецизионная резка тонких листов стали, латуни	-	+	-	+
Прецизионная резка алюминия	-	+	-	+
Прецизионная резка меди	+	-	+	-
Прецизионная резка серебра	+	-	+	-
Резка и микрофрезеровка керамики	-	+	+	-
Резка и микрофрезеровка сапфира, поликора	-	+	+	-
Резка кремния	-	+	-	+
Микрофрезеровка	-	+	-	+
Сверление микроотверстий	=	+	=	=

+ – преимущество, - - недостаток, = – паритет

Для лазерных комплексов микрообработки, как и для других лазерных систем, характерно соединение точного машиностроения с самой современной лазерной и управляющей техникой. В современном лазерном технологическом комплексе используются достижения многих направлений высокотехнологичного производства, и в то же время развитие лазерных технологий обработки во многом определяет развитие практически всех отраслей промышленности. Поэтому степень развития лазерных технологий обработки в любом государстве однозначно отражает мощь, статус и технологическое положение страны на мировом рынке, а также позволяет максимально эффективно справляться с трудностями предприятий, обусловленными рецессией, и даже совершенствовать собственные возможности и конкурентоспособность в период спада.

Кудрявцева А.Л.  
ООО НПЦ «Лазеры и аппаратура ТМ»

## МИКРООБРАБОТКА

Станки для микромаркировки, скрайбирования, подгонки резисторов, прецизионной размерной обработки тугоплавких и труднообрабатываемых металлов, кристаллов, керамики с минимальной зоной термического воздействия, без дефектов и заусенцев. Изготовление подложек микросхем, микроотверстий. Точность до 1 мкм.



## МАРКИРОВКА

Станки для прецизионной маркировки, глубокой, 3d гравировки. Поле обработки от 60\*60 мм до 600\*600 мм.

## СВАРКА

Многофункциональные станки для автоматической и ручной шовной и точечной сварки и размерной обработки различных металлов и сплавов. Глубина провара до 2 мм.

## РЕЗКА И РАСКРОЙ

Станки для резки и сложноконтурного раскроя стали толщиной до 12-16 мм, алюминия, латуни, меди, акрила, оргстекла, древесины с размерами листа до 1500\*3000 мм.



БОЛЕЕ  
20  
ЛЕТ  
ОПЫТА РАБОТЫ

**ESTO** ЛАЗЕРЫ И АППАРАТУРА ТМ  
ЭЛЕКТРОННОЕ СПЕЦИАЛЬНОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Лазеры и аппаратура ТМ

Тел./факс: + 7 495 6519039, + 7 906 7740071  
e-mail: market@estoco.ru, www.laserapr.com