**Лазерные граверы: от теории к практике**

Александр Чистяков

Гравирование на сегодняшний день – интересная и достаточно перспективная отрасль, и основной вопрос, волнующий участников рынка, – каковы затраты на ее освоение.

В настоящий момент на российском рынке представлено почти два десятка марок лазерных граверов. Приблизительно сходные по общему устройству, они во многом различаются комплектацией и функциональными возможностями. При выборе оборудования главная задача состоит в том, чтобы максимально четко определить цели использования этого вида оборудования. Следующий момент – анализ затрат: на что нужно обратить особенное внимание при бюджетировании и чего не забыть. И в конечном итоге купленное оборудование необходимо грамотно подключить и создать максимально комфортные условия для его работы.

**Сделать выбор**

Общее устройство лазерного оборудования включает пять основных систем (рис. 1): оптическую (лазерный источник и блок питания, система зеркал и фокусирующая линза); трансмиссионную (включает направляющие, трехфазовые шаговые моторы/серводвигатели/линейные двигатели, приводной вал, зубчатый ремень и зубчатые колеса); контроля (главная плата/блок ЧПУ, датчики двигателей/положения, блоков питания постоянного тока); механическую (станина и корпус); охлаждения (компрессор, вентиляция и др.).

При общих равных данных начинка машины может меняться. Как показывает практика, различия в основных системах влияют на долговечность и надежность некоторых элементов конструкции в целом. В процессе эксплуатации оборудования этот фактор немаловажен, и от того, насколько глобальный характер носят технологические изменения, настолько может различаться модельный ряд, усложняя тем самым принятие окончательного решения при выборе оборудования.

Прежде чем покупать оборудование, необходимо оценить несколько критериев: цену, надежность и мощность. Цена и надежность зависят, как правило, от марки граверов, и чем надежнее оборудование, тем они выше.

А вот на мощность граверов стоит обратить внимание в первую очередь. Она может составлять от 25 до 120 Вт, а иногда и выше. Так, при выборе необходимо рассмотреть все минусы и плюсы гравера нужной мощности. К примеру, если оборудование планируется использовать для гравировки и резки материала небольших толщин, достаточно будет приобрести гравер мощностью 35 Вт. Но нужно понимать, что резать он сможет лишь толщину 4–5 мм.

Если оборудование рассчитано на 35 Вт, то и излучатель имеет ту же мощность, так как каждой мощности соответствует свой излучатель. Существует возможность установки на оборудование трубок (излучателей), отличных от номинального показателя мощности. Если они отличаются в меньшую сторону, неизбежны потери в производительности. А установка трубки большей мощности, чем та, на которую рассчитан гравер, по оценкам специалистов, – просто пустая трата средств. И мнение, что недостаточную мощность оборудования можно компенсировать установкой трубки большей мощности, ошибочно.

Остановимся также на различиях в системах оптической и охлаждения.

**В чем фокус**

Одно из принципиально важных условий использования лазерного излучения – необходимость его фокусировки в одной точке для получения более мощного излучения. Ограничения по обрабатываемой толщине материалов обусловливаются как характеристиками самого лазерного оборудования (мощность), так и фокусировкой лазерного луча. Если с мощностью все ясно (чем она выше, тем шире возможности обработки большой толщины), то о фокусировке стоит поговорить подробнее.

Фокусировка светового потока позволяет концентрировать мощность лазерного излучения. Необходимый для этого инструмент – оптическая линза, от фокального расстояния которой зависит толщина обрабатываемого материала. Линза играет роль своеобразного концентратора света. Чем больше диаметр фокуса и выше мощность лазерного излучения (эти параметры, как правило, пропорциональны), тем более значительной толщины материал можно обрабатывать.

Например, при мощности 100 Вт и 2-дюймовой линзе невозможно обработать материал толще 15 мм. Следующий элемент оптической системы – отражающие зеркала, служащие для управления положением области луча. В современной лазерной технологии существуют две их модификации: стационарная (рис. 2) и отклоняющаяся (рис. 3).

Стационарная система по производительности уступает отклоняющейся в 6,5 раза. Так, максимальная скорость гравировки в системе со стационарным расположением зеркал составляет 1066 мм/с, тогда как система с отражающими зеркалами способна обрабатывать материал со скоростью 7000 мм/с. Хотя сравнивать их без оговорок некорректно – каждая служит для своей цели.

Однако лазерные граверы с системой отклоняющихся зеркал обычно отличаются меньшими размерами рабочего стола. В случае со стационарными зеркалами рабочий стол может иметь габариты 2000Ч1600 мм, а с системой отклоняющихся зеркал – лишь 200Ч200 мм (для YAG) и 300Ч300 мм (для СО2). Некоторые производители решают эту проблему, делая стол подвижным. Таким образом, перемещаются не только зеркала, но и сам стол, размер которого может превышать зону охвата зеркал.

Отметим, что стационарная система зеркал применяется как в СО2-, так и в YAG-лазерах, а вот система отклоняющихся зеркал используется в основном на твердотельных. Применение системы отклоняющихся зеркал в СО2-лазерах происходит очень редко (один случай из ста), и только для специфических работ.

**С холодной головой**

Еще одним отличием лазерно-гравировальных станков друг от друга является система охлаждения граверов, которая может быть воздушной, водяной замкнутой или водяной циклической.

Воздушное охлаждение представлено несколькими вентиляторами, параллельно включающимися в процессе эксплуатации граверов. Охлаждающим веществом служит воздух – система проста в своей конструкции и не требует дополнительного оборудования.

Водяное охлаждение замкнутого типа представляет собой водяную рубашку, проходящую по нагревающимся узлам. Система включает емкость для охлаждающей жидкости (на основе дистиллированной воды), насос для циркуляции жидкости по системе и охлаждающий радиатор (принцип автомобильной системы охлаждения). Требует периодической (не реже одного раза в месяц) смены жидкости.

Система водяного охлаждения циркулирующего типа (проточная) применяется на лазерах промышленного назначения. Она представляет собой ту же водяную рубашку, проходящую через основные агрегаты, насос для циркуляции, но вместо емкости и радиатора здесь используется контур, проходящий через центральную систему водоснабжения. После охлаждения агрегатов отработанная жидкость поступает в канализацию, а в систему постоянно поступает новая партия воды – и так по замкнутому кругу. Минусами системы являются неудобство в поиске помещений с центральным водоснабжением и дополнительные затраты при эксплуатации.

**Оценим уровень вложений**

Разобравшись с основными функциональными отличиями, перейдем к оценке суммарных вложений, требующихся при открытии данного направления. Причем необходимо учитывать не только цену самого станка, но и работ по его обслуживанию, а также стоимость расходных материалов.

Предлагаемые на рынке лазерные граверы во многом различаются по комплектации и функциональным возможностям. Комплектация лазерного гравера зависит от целей его использования, специфики производимых на нем работ, и часто стандартный набор комплектующих приходится дополнять. Так, например, для гравировки и резки средних и толстых материалов можно обойтись столом, включенным в стандартную комплектацию. Однако для обработки таких материалов, как бумага и ткань, необходим ячеистый стол – стандартный для этих целей не подходит. Но на ячеистом столе из-за нагревания ячеек в процессе производства невозможно резать толстый материал (от 3 мм).

Что касается вытяжных систем, то в стандартную комплектацию входит самая простая – «улитка», которая обеспечивает вытяжку продуктов испарения из рабочей зоны лазера, вынося их на улицу.

Более дорогостоящий вариант – угольная вытяжная система, поглощающая все продукты горения и исключающая появление запаха в помещении даже при отсутствии вытяжки.

Компрессор предназначен для предотвращения загрязнения и перегрева линзы (не дает дыму и копоти осесть на ней) и возгорания материала. Также он улучшает качество гравировки и резки при некоторых режимах работы.

Гравировка материалов цилиндрической формы (кружки, бутылки) подразумевает использование приспособления для их вращения.

Система автофокусировки самостоятельно устанавливает лазерную голову в положение, при котором маркируемая поверхность изделия находится в фокальной плоскости. Можно обойтись и без нее, если такая функция имеется в программном обеспечении. По поводу элементов, зачисленных в разряд расходных материалов, необходимо отметить, что линзы и зеркала со временем заменяют, поскольку они мутнеют. Лазерные источники также нередко относят к расходным материалам (рис. 4 на с. 16), поскольку срок их эксплуатации всегда ограничен. Если же говорить о продолжительности срока службы этих изделий, то она сильно разнится в зависимости от материала. Так, стеклянные трубки уступают по долговечности металлическим в среднем в пять раз (табл. 5 на с. 20). Стеклянные лазерные трубки не имеют ВЧ накачки и поэтому они не могут дать высокого качества гравировки, к тому же их срок жизни определен заранее, т.к. один из компонентов газовой смеси – гелий, а его в стекле удержать просто невозможно. Если сравнить срок жизни стеклянных трубок на двух одинаковых станках, один из которых был постоянно загружен, а другой практически не использовался, то можно заметить, что излучатель на них выйдет из строя приблизительно одновременно, примерно через 6 месяцев. У трубок с металлической колбой срок жизни зависит только от режимов и непосредственного времени работы станка. Если резать большое количество материалов, то трубка проработает в среднем 1,5–2 года, а если использовать только метод гравировки, срок жизни увеличивается до 5–6 лет. Что касается работ по заправке трубок, то стеклянные обычно не заправляют, а просто меняют на новые, металлические же гораздо выгоднее заправлять. В то же время европейские и американские стеклянные лазерные источники рассчитаны на перезаправку.

Сопло для резки в процессе работы забивается нагаром, и его чистят или меняют по мере необходимости.

**Жизнь после покупки**

Приобретение нового оборудования всегда сопряжено с рядом эмоциональных моментов. Его долго выбирают, долго покупают, и вот когда, наконец, оно появляется в офисе компании, с ним нужно что-то делать. Главное здесь – не навредить. Если говорить об установке оборудования, то для корректного его подключения требуется следовать рекомендациям производителя и поставщика по установке граверов. Последние, во избежание проблем при инсталляции, рекомендуют осуществлять установку лазеров в присутствии опытного профессионального инженера, сертифицированного заводом-изготовителем, поскольку этот процесс имеет некоторые нюансы, которые в инструкции могут быть не прописаны. Например, следует обращать внимание на то, что после подключения к электропитанию нужно провести пробный запуск, и только после этого приступать к юстировке системы отражения зеркал. Далее подключить к управляющему компьютеру, установить программное обеспечение и снова сделать несколько пробных образцов на разных видах материалов.

Не стоит забывать, что лазерные граверы – современные высокотехнологичные устройства, весьма опасные для жизни человека. При работе с ними необходимо соблюдать технику безопасности. Чтобы предупредить получение травм, достаточно соблюдения простых правил: перед работой убедиться, что лазерный луч находится в отключенном состоянии (отследить это можно визуально на дисплее системы управления), и проверить, нет ли в рабочей зоне «отражения лазерного луча» посторонних предметов, а при обнаружении – убрать их; для сохранения здоровья следует включать систему вытяжки для удаления продуктов испарения из рабочей зоны; для лучшей функциональности системы вытяжки рекомендуется закрывать ее защитным экраном – передней крышкой (рис. 1а на с. 13); для предотвращения загрязнений фокусирующей линзы перед началом работы необходимо убедиться, что система выдува копоти из носика функционирует исправно. Во время эксплуатации оборудования нужно следить за состоянием лазерной трубки, зеркал и линз и вовремя очищать эти элементы от пыли и копоти. В противном случае линза может лопнуть, а зеркало – помутнеть, вызвав необходимость его замены на новое. Луч лазера существенно потеряет свою мощность и уже не сможет резать толстые материалы.

Следуя этим нехитрым правилам, можно значительно снизить время, энерго- и финансовые затраты в процессе введения нового направления бизнеса в структуру предоставляемых услуг рекламно-производственной компании.

**Испаряя лишнее**

Технология лазерной гравировки основана на удалении поверхностных слоев либо изменении их цвета или структуры в результате лазерного излучения. В месте воздействия луча на поверхность изделия происходит испарение небольшой части материала. Благодаря высокой точности лазерного гравирования можно наносить достаточно сложные изображения.

Управление – обычным компьютером с возможностью импорта изображений из стандартных редакторов векторной графики. Тип нанесения – векторное и растровое. При векторном луч лазера наносит изображения в виде тонких линий по всей плоскости поверхности. В зависимости от плотности расположения линий качество гравировки может меняться, но с его повышением одновременно увеличивается и время, затрачиваемое на операцию. Растровое гравирование – процесс, при котором луч лазера наносит отдельные линии или точки.

Таблица 1. Периодичность выполнения работ по обслуживанию граверов

|  |  |
| --- | --- |
| Перечень выполняемых работ  | Периодичность |
| Обновление газа в СО2-лазерах  | По мере необходимости |
| Юстировка системы отражения  | По мере необходимости |
| Смена воды в системе охлаждения лазерной трубки  | По рекомендации производителя |
| Обновление лазерного источника  | По рекомендации производителя |
| Очистка фокусирующей линзы |  Ежедневно |
| Очистка специальным раствором зеркал системы отражения  | Раз в два дня |
| Очистка от пыли и смазка основных узлов движения (направляющие)  | Раз в неделю |
| Обновление зеркал системы отражения  | Раз в полтора месяца |
| Очистка системы вытяжки продуктов горения  | Раз в два месяца |

Примечание. Информация взята из открытых источников.

Таблица 2. Расходные материалы

|  |  |
| --- | --- |
| Расходные материалы  | Стоимость, руб. |
| Линзы |  10 000–17 500 |
| Активный элемент (лазерная трубка) стеклянная/металлическая  | От 5000/45000 |
| Обновление газа для СО2-лазеров  | 5000 |
| Сопло для резки  | 2000–3000 |
| Зеркала  | От 28 000 |
| Набор для протирки оптики (салфетки, жидкость, груша)  | От 390 |
| Салфетки для протирки оптики  | 130 |
| Техническая смазка  | 650 |

Примечание. Информация взята из открытых источников. Указан примерный порядок цен на май 2007 г. Данные могут меняться и требуют уточнения у поставщиков.

Таблица 3. Перечень поставщиков и производителей лазерных граверов с ценами

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Страна- производитель | Марка граверов | Тип лазеров | Стоимость, тыс. руб. |
| Epilog (США)  | Epilog  | YAG СО2  | 390 –1323 |
| GCC Great Computing Corporation (Тайвань) | LazerPro  | СО2 |  234 –2594 |
| GJ-L (Китай)  | GJ-L  | СО2  | 52 –190 |
| GPLM (Россия) |  GPLM, ЛЮР.  | YAG  | От 1100 |
| GRAPHEQ (Китай)  | SL  | YAG СО2 9 | 0 –1740 |
| LDesigner (Россия) |  LDesigner |  YAG СО2 |  От 1000 |
| Lazer Line (Китай) |  Lazer Line  | СО2  | 300 –440 |
| Laser Tools & Technics Corp (Тайвань)  | ILS  | СО2  | 298 –1194 |
| Multicam (США)  | Multicam СО2 2854 |  |  |
| Mecanumeric (Франция) | Lazec |  СО2 |  2082 –5190 |
| SEI The Systems of Electronic and Information (Италия) | Personal, Giotto, Spooky Plus. | СО2  | 397 –4172,4 |
| Sunlight (Китай) |  SA, YM, SL,YAG. | СО2  | 182 –415 |
| Trotec (Австрия)  | Speedy |  СО2 |  678 –4485 |
| TST (Китай)  | TST  | СО2  | 51,9 –490 |
| Universal LaserSystems (США)  | Versalaser  | СО2  | 200 –589 |
| МЛ2 (Россия)  | МЛ2  | YAG  | 1100 –1300 |
| Л-1 (Россия)  | Л-1 |  СО2 |  От 200 |

Примечание. Информация взята из открытых источников. Указан примерный порядок цен на май 2007 г. Данные могут меняться и требуют уточнения у поставщиков.

Таблица 4. Затраты на дополнительное оборудование

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование оборудования  | Стоимость, тыс. руб. |
| Ячеистый стол для резки  | 14 |
| Компрессор для системы поддува  | 21 –42 |
| Вытяжные системы  | 59 –400 |
| Приспособление для вращения цилиндрических и конических изделий  | 42 –57 |
| Система автофокусировки с сенсорами  | 17 |
| Оперативная память на 64 Mb |  3 |
| Коллиматор  | 65 –78 |
| Очки для защиты от лазерного излучения  | 0,4 |

Примечание. Информация взята из открытых источников. Указан примерный порядок цен на май 2007 г.

Таблица 5. Сравнительные характеристики лазерных трубок

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|   | Стеклянные трубки | Металлические трубки |
| Ресурс работы лазера, тыс. ч.  | 3–4  | 15–50 |
| Система охлаждения  | Жидкостная  | Жидкостная/воздушная |
| Стабильность излучения при работе | Хорошая  | Очень высокая |
| Средняя мощность, Вт  | До 100  | До 600 |
| Стоимость лазерной трубки | Низкая |  Высокая (в 200–300 раз дороже стеклянных) |

Примечание. Данные предоставлены компанией «САН

**Список литературы**

Вывески № 7 (85), ИЮЛЬ, 2007 Г.