

06, июнь 2016

УДК 681.7.069.24

Проектирование оптимального технологического процесса изготовления и конструкции контрольно-измерительного стенда при разработке эллиптического отражателя лазерного излучателя

Черпакова А.А., студент

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Лазерные и оптико-электронные системы»*

Научные руководители: Денисов Д.Г., к.т.н., доцент

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Лазерные и оптико-электронные системы»*

denisovdg@bmstu.ru

Семенов А.П., к.т.н., доцент,

ведущий инженер ОАО «ЛЗОС»

Россия, 105005, г. Москва, МИРЭА

Патрикеев В.Е., начальник бюро ОАО «ЛЗОС»,

Россия, 140080, г. Лыткарино, ОАО «ЛЗОС»

Микушкин А.Ю., младший научный сотрудник ОИВТ РАН

Россия, 125412, г. Москва, ОИВТ РАН

Преобразование электрической энергии в излучение определенной частоты должно быть обеспечено системой возбуждения атомов активного вещества. Существенной энергетической эффективностью характеризуются системы, имеющие в своем составе эллиптический отражатель с расположенным вдоль его фокусных линий активным веществом и лампой (рис. 1). Фокусы эллипса совпадают с центрами сечений лампы накачки и рабочей среды лазера. Туда где находится активный стержень, направляется вся энергий светового излучения.

Однако изготовление такого эллиптического отражателя требует высокоточного изготовления эллиптической формы поверхности, а также точного расположения фокусов, совпадающих с центрами отверстий.

Несмотря на всю сложность изготовления в настоящее время предприятия занимаются выпуском квантронов и лазеров, разработанных на их основе. К примеру, компания «Латиком» (Лазерные технологии и компоненты) производит квантроны [1],

предназначенные для современных твердотельных лазеров и для ранее выпущенной лазерной техники. Также их компания разрабатывает твердотельные лазеры для решения особых задач. К примеру, лазерный излучатель серии МУЛ-Б разработан на основе однолампового квантрона на кристалле Nd:YAG. Он используется для выполнения операций сварки, резки, термообработки.

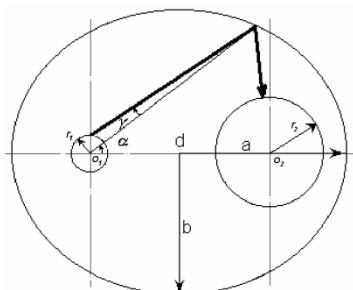


Рис. 1. Схематическое изображение поперечного сечения осветителя лазера с эллиптическим отражателем

В данной работе рассматриваются один из возможных вариантов конструктивного исполнения эллиптического отражателя (рис. 2).

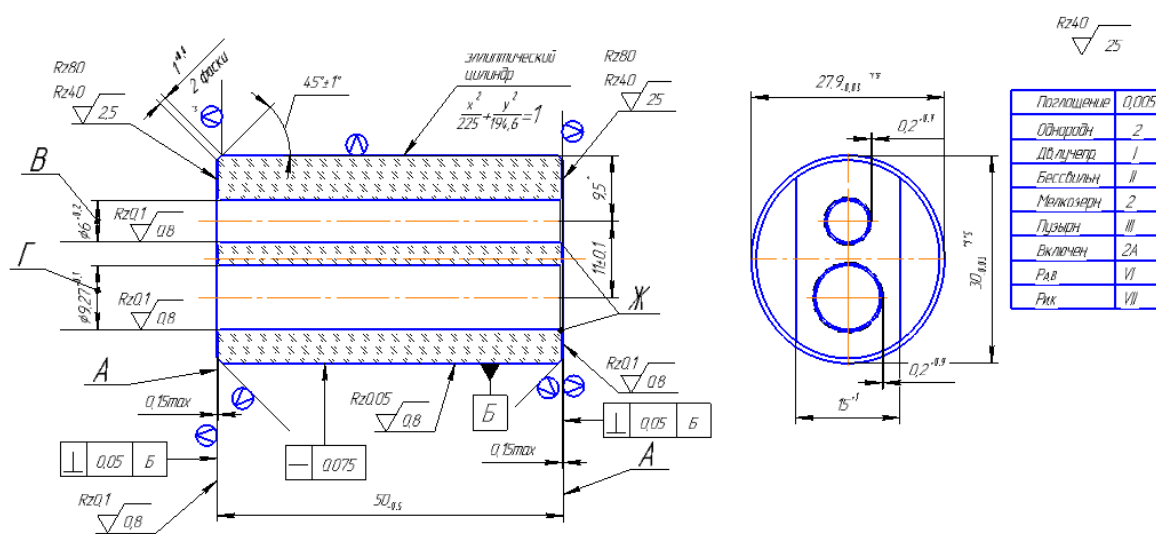


Рис. 2. Конструктивное исполнение эллиптического отражателя

Для обеспечения указанных показателей качества (материала и поверхности) эллиптического отражателя в работе проектируется технологический процесс его разработки.

В качестве исходной заготовки детали используется заготовка, представленная на рис. 3.

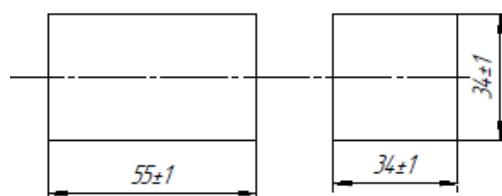


Рис. 3. Заготовка отражателя

Технологический процесс включает в себя следующие основные этапы:

1. Исходные заготовки помещаются в зажимных приспособлениях станка ВСЗ – 52, где шлифуются их торцы до получения ровной матовой фактуры, выдерживая длину $53_{-0,5}^{+0,2}$ мм.
2. На станке РС -8607 обрезают углы заготовки.
3. Зажимая заготовки в центрах станка ЗБ-161 (рис. 4), круглят до диаметра 31. $0,2$ мм с выдерживанием нецилиндричности не более 0,05 мм.

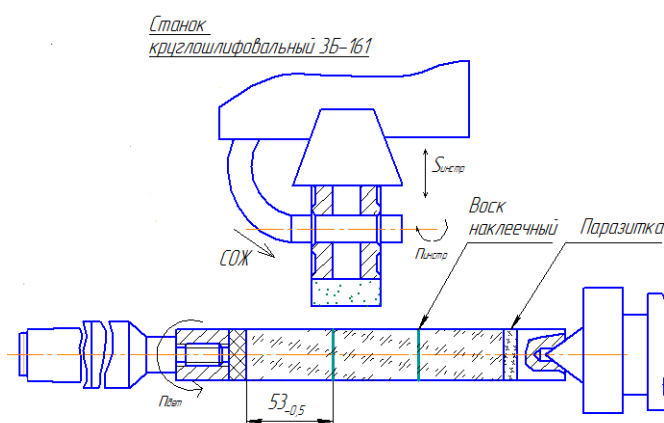


Рис. 4. Кругление заготовок на станке ЗБ-161

4. На станке 2У-430 (рис. 5) сверлят отверстия. Выставляют центр детали, далее смещают центр на 5,5 мм и сверлят отверстие диаметром $5,7_{-0,05}^{+0,05}$ мм. Затем выставляют межцентровое расстояние $11\pm 0,1$ мм и сверлят отверстие диаметром $8,95_{-0,05}^{+0,05}$ мм.

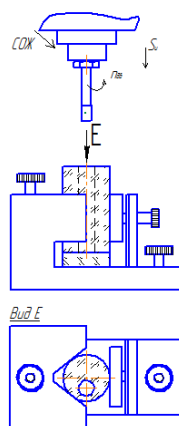


Рис. 5. Сверление на станке 2У-430

5. Шлифуют отверстия на станке СД-120 (Рис. 6) шлифовальником диаметром $9,05_{-0,05}$ и шлифпорошками №5, М40, М28, М14, выдерживая диаметры 9,15 мм, 9,22 мм, 9,27 мм, 9,32 мм соответственно. Эти операции повторяют для шлифования отверстия диаметром 6 мм, выдерживая диаметры 5,85 мм, 5,95 мм, 6,05 мм, 6,08 мм.

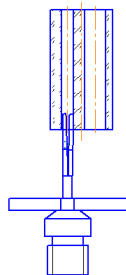


Рис. 6. Шлифование отверстий на станке СД-120

6. На станке ВС3-52 (Рис. 7) шлифуют торцы заготовок до получения ровной матовой фактуры, выдерживая длину $50,3_{-0,1}$ мм.

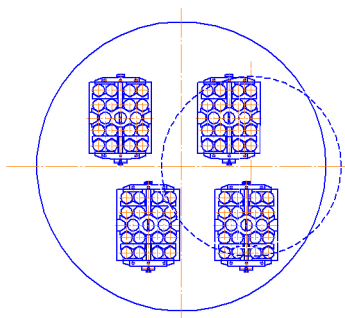


Рис. 7. Шлифование на станке ВС3-52

7. Фасетирование отверстий и торцов на станке ОС-350 (Рис. 8).

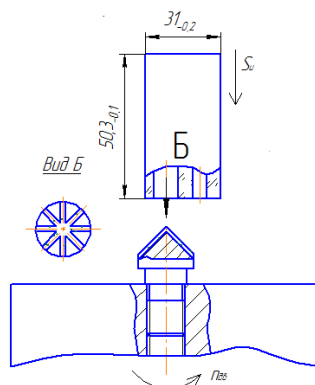


Рис. 8. Фасетирование на станке ОС-350

8. Шлифование эллиптической поверхности на станке ЦС-50-68 (рис. 9). Заготовку устанавливают на штыри между патронами (рис. 10) и шлифуют до получения эллипса размерами $30_{-0,03}$ и $27,9_{-0,03}$ мм. Рассмотрим данную операцию поэтапно:

1 этап. Установить заготовку между патронами 1, базируя на штыри.

2 этап. Подвести алмазный круг 4 к заготовке до касания. Шлифовать заготовку до получения образующей с сечением в форме круга, диаметр которого равен размеру большей оси эллипса (30мм). Для съема материала необходимо плавно подводить алмазный круг к заготовке с помощью винта 3. При получении необходимого размера (30мм) щуп 2 начнет касаться патрона 1.

3 этап. Продолжать подводить инструмент к заготовке винтом 3, для получения эллиптической поверхности. Алмазный диск снимает материал с заготовки под действием грузов, прижимающих диск к заготовке только в тех местах, где должна получиться малая ось эллипса. Когда же алмазный диск подходит к местам большей оси эллипса,

щуп упирается в соответствующую большую ось патрона 1 и отталкивает алмазный

диск от заготовки на величину больше оси. Затем цикл обработки заготовки повторяется.

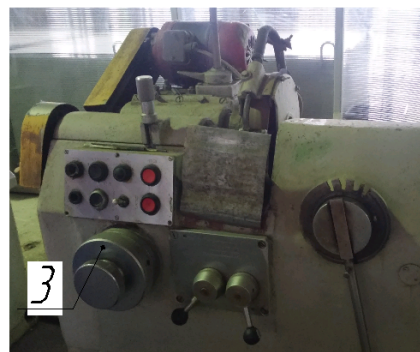
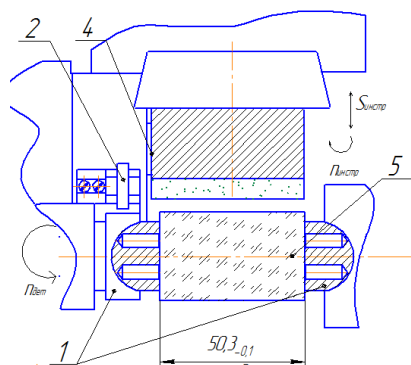


Рис. 9. Шлифование эллиптической поверхности на станке ЦС-50-68

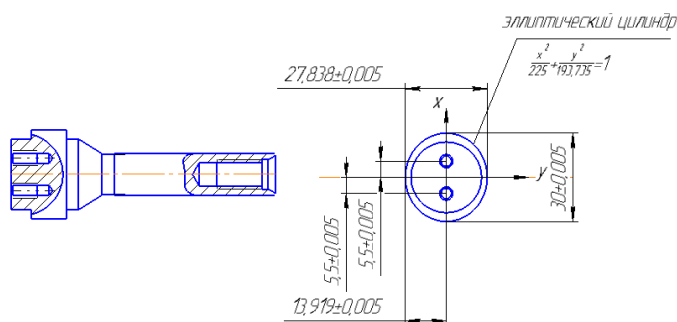


Рис. 10. Патрон

9. Торцы заготовок шлифуют на станке ОС-350 микропорошками М28, М14, М10, выдерживая угол 90^0 , длину $50_{-0,5}$ мм и параллельность торцов 0,05 мм.
10. На станке ОС-350 наносят фаски в отверстия и на торцы.
11. Заготовку зажимают между центрами станка 6ШП-100М. Полируют эллиптическую поверхность, выдерживая Р: VII/VI.
12. На станке СД-2 полируют отверстия, выдерживая диаметр $6^{+0,2}$ мм и $9,27^{+0,1}$ мм.
13. На станке ОС-350 полируют торцы, выдерживая длину $50_{-0,5}$ мм и чистоту Р: VII/VI.
14. Фасетирование отверстий и торцов.
15. Нанесение покрытия 25Р.4Е.3Е.4Е.

После получения готового изделия производится контроль формы поверхности. В качестве контрольно-измерительного стенда в работе разработана функциональная схема (Рис. 11), построенная по оптической системе Физо, и конструкция прибора для диагностики изготавливаемого эллиптического контура (рис. 12).

Функциональная схема интерферометра представлена на рис.11. Прибор работает следующим образом: источник света 1 с помощью окуляра 2 и объектива 6 освещает параллельным пучком клиновидную пластину 7 и контролируемую деталь. Нижняя поверхность клиновидной пластины 7 является эталонной. В воздушном клине между поверхностью детали и эталонной поверхностью возникают интерференционные полосы равной толщины. Пучки лучей, отраженные от этих поверхностей, проходят через объектив 6, отражаются от полупрозрачной пластины 5 и поступают на приемное устройство 3 для последующей регистрации.

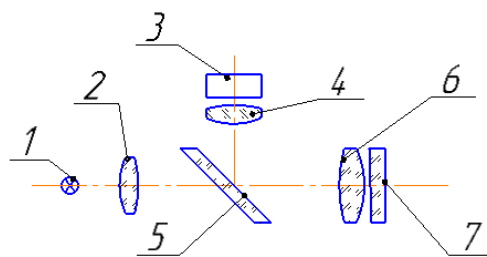


Рис. 11. Функциональная схема работы интерферометра

На основе функциональной схемы проектируется прибор контроля для данной детали. На рис. 12 приведен эскиз спроектированного стенда контроля. Эллиптический отражатель ставится на предметный столик 1, который связан с кареткой. Каретка может перемещаться за счет винтов 2, 3, 4, 5 вдоль оси x , y , z по направляющей 6. Для регистрации изображения используется ПЗС камера.

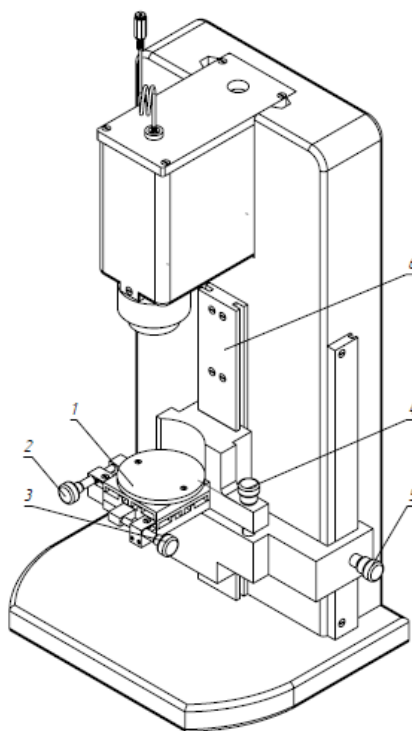


Рис. 12. Контрольно-измерительный стенд

В качестве предварительной юстировки прибора производится запись массива данных от эталонной эллиптической поверхности для последующего сравнения с текущими измерениями.

На рис. 13 приведен один из вариантов квантрона, разработанный на основе эллиптического отражателя, созданного с применением рассмотренного технологического процесса.



Рис. 13. Квантрон

Заключение

Разработан оптимальный технологический процесс изготовления эллиптического отражателя, рассмотренный в виде эскизов основных операций. Подробно описан процесс формирования эллиптической поверхности. Разработана конструкция контрольно-измерительного стенда на базе интерферометра, построенного по схеме Физо для диагностики изготавливаемого эллиптического контура.

Список литературы

- [1]. Лазерные технологии и компоненты. Режим доступа <http://www.laticom.ru> (дата обращения 10.02.2016).
- [2]. Окатов М.В., Антонов Э.А., Байгожин и др. Справочник технолога-оптика / под ред. М.А. Окатова. 2-е изд., перераб. и доп. СПб.: Политехника, 2004. 864 с.
- [3]. Айхлер Ю., Айхлер Г.И.. Лазеры. Исполнение, управление, применение: пер. с нем. М.: Техносфера, 2012. 496с. [Eichler Juergen. Laser. Bauformen, Stahlfuehrung, Anwendungen. Berlin, 2010.].