

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Владимирский государственный университет
Кафедра физики и прикладной математики

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

Составители
А.П. АВЕРИН
Е.Л. ШАМАНСКАЯ

Владимир 2007

УДК 681.7.069.24(076)

ББК 32.86-53я7

М54

Рецензент

Кандидат физико-математических наук, доцент
кафедры общей физики

Владимирского государственного университета

А.Ф. Галкин

Печатается по решению редакционного совета
Владимирского государственного университета

М54 **Методические** указания к лабораторным работам по дисциплине «Лазерные технологии» / Владим. гос. ун-т ; сост. : А. П. Аверин, Е. Л. Шаманская. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2007. – 60 с.

Содержат шесть лабораторных работ. В каждой работе сформулирована цель, даны описание установки, задания, дидактический материал.

Предназначены для студентов специальности 200201 – лазерная техника и лазерные технологии очной формы обучения.

Табл. 2. Ил. 18. Библиогр.: 3 назв.

УДК 681.7.069.24(076)

ББК 32.86-53я7

ВВЕДЕНИЕ

Лазеры классифицируются по следующим группам:

– по *рабочему телу* – твердотельные, полупроводниковые, газовые, жидкостные;

– *типам рабочего тела* – на кристаллах, стекле и пластмассе; двухкомпонентные и трехкомпонентные; смеси газов, ионы, молекулы, пары металлов; растворы неорганических и органических красителей;

– *мощности излучения* – малой, средней, большой и сверхмощные;

– *способу возбуждения* – световые, электрические, химические, газодинамические;

– *виду цикла* – открытый и замкнутый;

– *временному режиму генерации* – импульсные, импульсно-периодические, непрерывные;

– *видам излучения* – инфракрасные, видимый свет, ультрафиолетовые, рентгеновские и гамма-излучения;

– *длине волны излучения* – 0,6 – 0,3 мм; 0,3 мм – 0,8 мкм; 0,8 – 0,4 мкм; 0,4 – 0,1 мкм; 0,1 мкм – 0,6 нм; 0,6 – 0,01 нм; 0,001 – 0,00005 нм;

– *назначению* – технологические, исследовательские, военные;

– *областям применения* – термическая лазерная технология, локация и измерительная техника, оптическая голография; нелинейная оптика; лазерная связь, обработка и хранение информации, лазеры для контроля, термоядерный синтез и медицина.

Современный технологический лазер (ТЛ) представляет собой сложное сочетание устройств электрического, оптического, газодинамического профиля, составляющее элементную базу для построения всех лазерных установок. Он относится к группе технологического оборудования широкого назначения, и при определении экономической эффективности необходимо исходить из его функционального назначения и видов производства, в составе которых будут работать ТЛ.

Основными областями применения ТЛ в машиностроении являются сварка, резка (разделительная, поверхностная и размерная обработка), поверхностная термообработка (закалка, плакирование, легирование, глазурирование, ударное упрочнение, химико-термическая обработка).

Основные направления лазерной сварки (ЛС):

- сварка листовых материалов толщиной 1 – 60 мм;
- сварка труб продольным и кольцевым швами, приварка фланцев и трубных досок;
- сварка различных деталей механизмов и машин.

Преимущества технологии ЛС:

- большая скорость, простота процесса в отличие от традиционных методов сварки, требующих замены оборудования для обработки различных материалов (при ЛС практически для всех металлов используется одна и та же лазерная оптика, те же газовые сопла и тот же защитный газ);
- отсутствие необходимости в вакууме и возможность получения сварных швов «кинжальной» формы, что имеет место при электронно-лучевой сварке, осуществляемой в вакуумных камерах;
- широкий класс свариваемых материалов (от алюминия до пластиков); возможность сварки друг с другом разнородных материалов, не свариваемых другими способами (например стеллита с углеродистой сталью);
- улучшаются механические свойства металлов, уменьшается способность металла к образованию холодных и горячих трещин; полное отсутствие деформаций и короблений от ЛС (по сравнению с дуговой сваркой при ЛС снижается уровень остаточных деформаций в 3 – 5 раз).

Недостатки технологии ЛС: низкий КПД; высокие требования к качеству сборки под сварку; сравнительно высокая цена ТЛ; необходимость защиты персонала от прямого и отраженного излучений.

Лазерная сварка экономически целесообразна в случаях, когда необходимы высокая точность сварки, производительность, качество сварки крупногабаритных деталей при монтаже изделий, минимальные деформация деталей и изменение свойств материала; сварка не может быть осуществлена другими методами; свариваются магнитные материалы.

Лазерная сварка уже внедрена на ряде предприятий автомобильной промышленности, судостроения, энергомашиностроения.

Основные направления *лазерной разделительной и поверхностной резки* (ЛРР и ЛПР) и *лазерной размерной обработки* (ЛРО):

- ЛРР тонколистовых и труднообрабатываемых высокопрочных сплавов на основе железа, титана, молибдена и др.;
- ЛРР неметаллических материалов: пластмассы, тканей, стекла, резины, дерева, керамики и их композиционных соединений;
- ЛРР объемных заготовок: труб, штампованных заготовок и т. п.;
- ЛПР материалов, т. е. маркировка, скрайбирование и т. п.;
- ЛРО материалов, т. е. создание в материалах отверстий или углублений, расположенных в определенном заданном порядке.

Преимущества технологии ЛРР:

1. По сравнению с механической обработкой на фрезерных станках, при помощи ножниц, путем штамповки и др.:

- повышение в два раза коэффициента использования материала листа за счет компактной раскладки деталей в раскрое;
- снижение трудоемкости изготовления, сокращение количества обслуживающего персонала за счет уменьшения количества операций, повышения скорости резки;
- экономия твердосплавного инструмента при резке труднообрабатываемых материалов;
- улучшение условий труда за счет легкости механизации и автоматизации процесса.

2. По сравнению с термическими процессами резки:

- более высокое качество (при высокой производительности) за счет снижения ширины реза, глубины зоны теплового воздействия, неперпендикулярности кромок;
- снижение трудоемкости изготовления, уменьшение количества обслуживающего персонала за счет устранения термических деформаций и последующей механической обработки кромок и правки деталей;
- универсальность процесса, т. е. возможность резки на одном и том же оборудовании не только металлов, но и любых неметаллических материалов.

Недостатки лазерной резки: высокие эксплуатационные затраты за счет применения более дорогих дефицитных газов и оптики, повышенного расхода электроэнергии, сравнительно высокие цены ТЛ.

Сравнение технико-экономических характеристик различных способов резки показывает, что резку лазерным лучом целесообразно применять в тех случаях, когда требуется высокая точность и качество резки без последующей термической обработки деталей.

Основные направления лазерной поверхностной термообработки (ЛПТО):

- закалка инструмента и штампов импульсным излучением;
- обработка ответственных участков деталей механизмов и машин, работающих в условиях трения (при массовом производстве деталей);
- легирование и наплавка для повышения износо- и теплостойкости, а также для ремонта изношенных деталей сельскохозяйственных машин, машин и механизмов дорожного строительства, горной проходки и т. д.

Преимущества ЛПТО:

- возможность осуществления прецизионного контроля глубины обработки;
- экономия энергии за счет селективного упрочнения только лишь необходимых участков;
- возможность использования в качестве основы при изготовлении деталей материалов более низкой стоимости с последующим улучшением свойств материала деталей за счет ЛПТО;
- снижение деформации деталей и исключение в большинстве случаев необходимости доводки детали.

ЛПТО экономически целесообразно в следующих случаях:

- при обработке поверхностей особо сложной конфигурации, коробление которых должно быть сведено к минимуму;
- при трудности подвода теплоты к обрабатываемой зоне обычными методами.

Лабораторная работа № 1

УСТАНОВКА ЛАЗЕРНОЙ МАРКИРОВКИ

«КВАНТ-60 РО»

Цель работы: ознакомление с устройством и функционированием установки лазерной маркировки «Квант-60 РО».

Оборудование: «Квант-60 РО».

1. Назначение

Установка предназначена для маркирования импульсным лазерным излучением с длиной волны 1064 нм различного рода заготовок, инструментов и деталей из металлов и сплавов, полупроводниковых материалов, пластмасс и дерева путём нанесения символов, буквенно-цифровой или графической информации на их поверхность.

В качестве источника лазерного излучения в установке используется излучатель ЛТИ-505 Р на алюмоиттриевом гранате, активированном неодимом.

2. Основные технические данные и характеристики

Длительность импульса излучения, мкс	2 – 10
Частота повторения импульсов, кГц	5 – 50
Максимальные размеры поля маркировки, мм ²	100×100
Максимальная мощность, потребляемая установкой, кВт, не более.....	5
Максимальная мощность, потребляемая лазером, кВт, не более	3,5
Средняя мощность лазерного излучения, Вт	18
Время готовности лазера, мин, не более	15
Время непрерывной работы установки, ч, не более.....	8

3. Состав, устройство и работа установки

На рис. 1 приведена блок-схема лазерной установки, дающая представление о функциональной связи входящих в неё элементов.

1. *Излучатель установки.* Излучатель состоит из собственно генератора излучения (ГИ), в состав которого входят активный элемент, конструктивно объединённый с лампой накачки, образуя так называемый квантрон 1 (рис. 2), глухое 2 и выходное 3 зеркала резонатора, диафрагма 4, акустооптический затвор (АОЗ) 5, электроме-

ханическая заслонка 6; за пределами генератора расположены телескоп 7 с оптикой, просветлённой на $\lambda = 1064$ нм, поворотное зеркало 8, зеркала дефлекторов 9 и 10 и фокусирующий объектив 11.

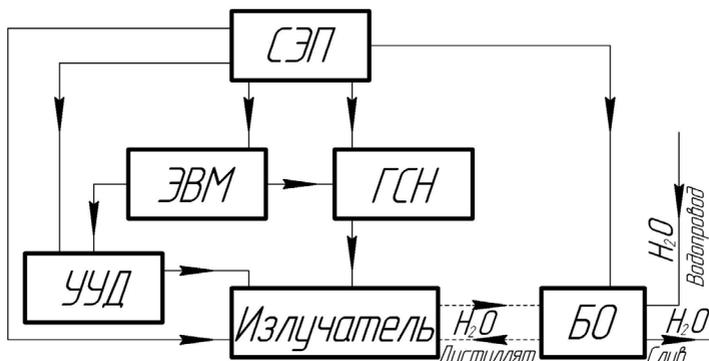


Рис. 1. Блок-схема лазерной установки: СЭП – система электропитания; ГСН – генератор синусоидального напряжения; УУД – устройство управления дефлекторами; БО – блок охлаждения

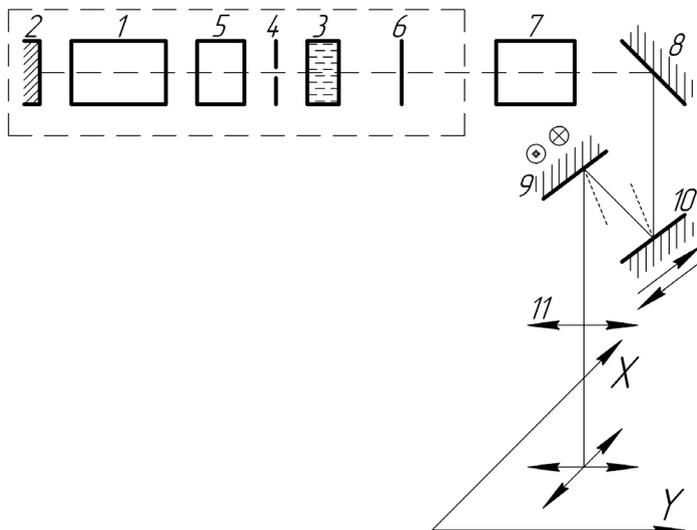


Рис. 2. Схема излучателя с системой управляющих зеркал: 1 – квантрон; 2, 3 – глухое и выходное зеркала; 4 – диафрагма; 5 – акустооптический затвор; 6 – электромеханическая заслонка; 7 – телескоп; 8 – поворотное зеркало; 9, 10 – зеркала дефлекторов; 11 – фокусирующий объектив

Периодически зажигающаяся лампа накачки создаёт инверсную населённость в активном элементе. Акустооптический затвор, представляющий собой нелинейный кристалл, в котором вследствие электрострикции возникает стоячая ультразвуковая волна, изменяющая оптические характеристики кристалла, является активным модулятором добротности резонатора. АОЗ формирует короткий импульс лазерного излучения, следующий с частотой, определяемой периодичностью зажигания ЛН. Диафрагма формирует одномодовый режим генерации. Электромеханическая заслонка прерывает попадание излучения на рабочую поверхность обрабатываемого изделия без прерывания генерации.

Телескоп обеспечивает необходимое для дальнейшей транспортировки пространственное формирование лазерного излучения. Поворотное зеркало направляет его на подвижные зеркала дефлекторов. Колебания нормали в двух взаимно перпендикулярных плоскостях обеспечивают перемещение лазерного луча по двум пространственным координатам X и Y на поверхности обрабатываемой детали. Фокусирующий объектив создаёт острую фокусировку излучения по всему полю маркировки.

2. Система электропитания (СЭП) (см. рис. 1). Работа установки обеспечивается подключением системы электропитания к сети трёхфазного напряжения (380 В) частотой 50 Гц.

Система электропитания содержит блок питания лампы накачки, формирующий выпрямленное напряжение в диапазоне 400 – 600 В при токе 20 – 25 А; два блока питания (БП1 и БП2) устройства управления дефлекторами, формирующими напряжение ± 30 , 10 и 5 В. Она также обеспечивает автономную подачу напряжения на ЭВМ, генератор синусоидального напряжения (ГСН) и водяной насос блока охлаждения (БО).

3. Генератор синусоидального напряжения (ГСН) предназначен для питания акустооптического затвора в составе излучателя.

4. Устройство управления дефлекторами (УУД) служит для управления работой дефлекторов. Оно выполнено в виде отдельного блока, соединённого кабелями с дефлекторами, излучателем и ЭВМ, причём ЭВМ и УУД гальванически развязаны посредством оптоэлектронной связи.

5. ЭВМ осуществляет электронное управление лазерным излучением через УУД, которое преобразует команды от ЭВМ в электрические сигналы, подаваемые на дефлекторы, перемещающие излучение по двум взаимно перпендикулярным координатам, и ГСН, обеспечивающий «запирание» акустооптического затвора в паузах между командами.

В ЭВМ программируется также количество импульсов лазерного излучения, подаваемых в одну точку (от чего зависит глубина маркировки), а также размер и содержание маркируемых символов (наносимой информации).

6. *Блок охлаждения (БО)*. Установка имеет двухконтурную систему охлаждения. Активный элемент, лампа накачки и акустооптический затвор охлаждаются дистиллированной водой и составляют замкнутый внутренний контур охлаждения. Суммарный объем хладагента 20 л. Его охлаждение осуществляется проточной водой от водопроводной магистрали с расходом не более 5 л/мин при температуре от 10 до 25 °С.

Задание: в ходе данной лабораторной работы необходимо усвоить алгоритм включения и выключения установки, а также способы выключения маркера в случаях аварийных ситуаций.

Порядок выполнения работы

Управление установкой

1. Органы управления (кнопки, тумблеры и т. д.) расположены на отдельных блоках установки (БПЛН, ГСН и др.) и имеют установочные (наладочные) функции: задание режимов, выведение на требуемые параметры и т. д., и после их установления в необходимое положение в дальнейшем не используются.

2. Установка управляется со специального пульта. Органы управления, выведенные на его панель, представлены на рис. 3.

3. Перед запуском установки необходимо убедиться в том, что органы управления находятся в исходном состоянии, а именно:

- кран на подаче воды от водопроводной сети закрыт;
- выключатель автоматический ВА 51-3400 (25 А, 660 В, 50 Гц) в положении «выключен»;
- ключ «сеть» находится в положении «до упора против часовой стрелки», т. е. выключен;

- тумблер «излучение» – в положении «вниз», т. е. выключен;
- тумблер ЛД (лазерный диод) – в положении «вниз», т. е. выключен;
- индикаторы не горят;
- ЭВМ отключена.

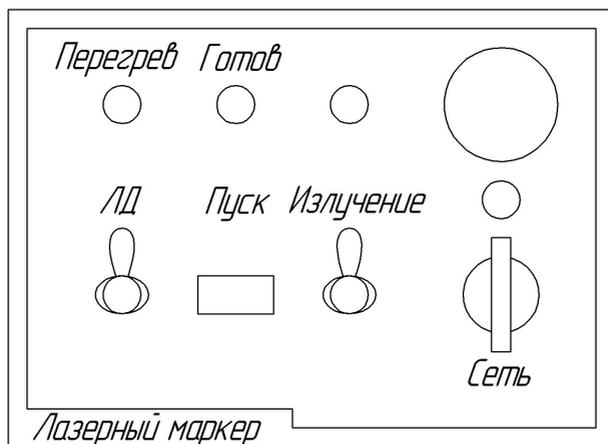


Рис. 3. Внешний вид пульта управления

4. Установку в работу необходимо запускать в следующем порядке:
- 1) открыть кран для подачи воды во внешний охлаждающий контур;
 - 2) включить выключатель автоматический ВА 51-3400;
 - 3) включить питание «сеть» ключом, расположенным на панели пульта управления, повернув его до упора по часовой стрелке. При этом загорится индикатор «сеть»;
 - 4) нажать кнопку «пуск» и выждать некоторое время до загорания индикатора «готов», свидетельствующего о готовности силовых блоков к работе;
 - 5) включить полупроводниковый лазер, переведя тумблер ЛД в верхнее положение;
 - 6) подготовить ЭВМ к работе, включив питание и установив требуемый файл;
 - 7) включить тумблер «излучение», переведя его в верхнее положение, при этом загорится индикатор, свидетельствующий о разрешении на выход лазерного излучения при поступлении команды от ЭВМ.

5. В случае аварийной ситуации следует нажать большую красную кнопку в правом верхнем углу пульта. При этом прекратится подача питающих установку напряжений.

6. Для перевода установки в рабочем порядке в исходное (отключенное) положение операции с органами управления, изложенные в п. 4, следует выполнить в обратном порядке.

Защита работы

Работа считается выполненной и защищённой, если студент продемонстрирует уверенные навыки включения и выключения установки, а также удовлетворительные знания о составе установки и принципах функционирования элементной базы излучателя.

Вопросы для самопроверки

1. На каком лазере построена установка «Квант-60 РО»? Его основные характеристики.
2. Какой тип охлаждения используется в данном маркере?
3. Расскажите алгоритм включения лабораторной установки.
4. Расскажите алгоритм выключения лабораторной установки.
5. Расскажите алгоритм выключения лабораторной установки в случае аварийной ситуации.

Лабораторная работа № 2 ЛАЗЕРНАЯ МАРКИРОВКА

Цель работы: получение сравнительных отпечатков на различных образцах и при различных режимах работы лазерного маркера.

Оборудование: работа проводится на установке лазерной маркировки «Квант-60 РО» (см. лабораторную работу № 1).

Задание: на определенном для каждого студента материале (пластмасса, сталь, дерево и т. д.) необходимо получить заданный отпечаток (рисунок, текст и т. д.).

Выбор режимов осуществляется с использованием автоматизированной системы управления установкой «Квант-60 РО» на ПВМ типа IBM PC.

Порядок выполнения работы

I. Работа установки

Включение

1. Вставляем ключ и поворачиваем вправо до упора.
2. Включаем кнопки «ВКЛ», «СЕТЬ», загораются три лампочки.
3. Включаем кнопку «ЛГ» (лазер газовый), из объектива появляется красное пятно газового лазера.
4. Включаем IBM ЭВМ.
5. Заходим в каталог «KW».

Вывод на маркировку

6. Загружаем файл «Kwankres.exe».
7. Загружаем пункт «8» – выполнение управляющей программы на установке «КВАНТ-60 РО».
8. Попадаем в меню «Режимы работы».

Пункты:

- а) количество импульсов в точке (количество открытий луча в точке);
- б) задержка между импульсами (время в у.е. между импульсами лазера);
- в) задержка между командами лазера (задержка между передвижениями открытого луча при прожиге);
- г) задержка между командами (задержка между передвижениями без открытого луча лазера);

д) толщина линии: <1 – 13> (круговая маркировка: 1) 50 мкм; 2) 100 мкм; 3) 150 мкм и т. д.).

Примечание: пункты е, ж, з, л не изменять.

е) контроль на экране монитора: ON (вкл.);

ж) пошаговое выполнение УП: OFF (выкл.);

з) выполнение УП из ОЗУ: OFF (выкл.);

и) значение счетчика: любое (это автоматическое изменение номера детали);

к) загрузчик: OFF (выключен),

ON (включен);

л) сброс в центр:

OFF (выкл., сброс луча в правый верхний угол),

ON (вкл., сброс луча в центр);

м) режим контур:

ON (вкл., перед выводом рисунка будет

выводиться контур границ рисунка),

OFF (выкл.).

9. Действие с режимом работы.

На запрос «Хотите изменить параметры выжигания?» выбираем «N» или «ENTER» при ответе «нет»; нажатием клавиши «Y» можем изменить параметры выжигания, для выхода используем клавишу «ESC».

10. После выхода появится надпись «Введите имя файла:» (имя).

11. После нажатия «ENTER» появится каталог файлов.

12. Включаем кнопку «ЗАСЛОНКА», слышен щелчок, включилась механическая шторка.

13. На устройстве управления дефлекторами переключатели: «СЕТЬ» переводим в положение вверх;

«X» – вверх;

«Y» – вверх.

14. Курсором выбираем имя файла и нажимаем «ENTER».

15. Наблюдаем контур (прямоугольник) рисунка маркировки.

16. При последовательном нажатии «пробела» происходит замена контура (прямоугольника) на крест и наоборот.

17. После контура (прямоугольника) нажимаем «ENTER», и выполняется маркировка.

Выход из программы

18. Для выхода из программы последовательно нужно нажать клавиши клавиатуры IBM: «ENTER»... «ESC»... «ENTER»... «ESC».

19. Для прерывания маркировки нажать клавишу «ESC» (или F1), продолжить – «ENTER» и «пробел».

Глобальные команды ACADa:

1. U – отменить предыдущее действие.
2. F7, F7 – освежить экран от точек.
3. Ctrl C – прерывание команды.
4. DTEXT – для записи строки текста.
5. CHANGE – изменение цвета, после ввода команды указываем мышью объект и снова нажимаем клавишу «ENTER»,
затем «P» «ENTER»,
затем «C» «ENTER»,
затем «1» (красный) «ENTER»,
«2» (желтый),
«3» (зеленый),
«4» (голубой),
«5» (синий),
«6» (фиолетовый),
«7» (белый).
6. ZOOM – команда изменения масштаба рисунка:
 - а) ZOOM – приблизить (увеличить) часть рисунка, потом «W» «ENTER»,
далее правый верхний угол требуемой части рисунка, затем «ENTER»;
 - б) ZOOM – возврат в первоначальный масштаб рисунка, потом «P» «ENTER» (выход их ACADa должен осуществляться после возврата в первоначальный масштаб рисунка).
7. REGEN – регенерация (сглаживание) рисунка при просмотре.
8. INSERT – команда вызова блока составленного рисунка. Чтобы добавить другое клеймо, для команды INSERT нужно:

Первый вариант:

- а) создать его в ACADe, т.е. файл «RIS»;
- б) вызвать командой «INSERT», вставить блок <.....>:
C:/KW/RIS/*ИМЯ ввод.

Второй вариант:

- а) создать его в ACADe (.RIS);
- б) переписать файл из каталога RIS в каталог KW;
- в) вызвать командой «INSERT», вставить блок <.....>: *ИМЯ ввод.

9. «MOVE » – команда переноса объекта в нужное место.
10. TRIM – обрезать от указанного объекта.
11. ERASE – удалить объект.
12. SCALE – масштаб.
13. ROTATE – изменить угол объекта (повернуть объект).
14. ARRAY – размножение.

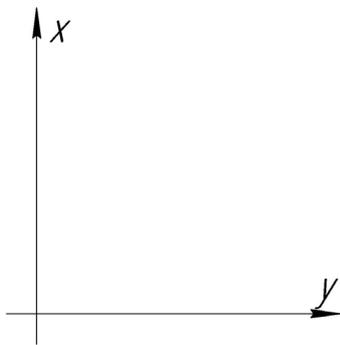


Рис. 4. Изображение на экране дисплея

Примечание. Чтобы отрегулировать масштаб, запускаем текст из каталога TEST файл testk60.exe, выбираем соответствующий текст клавишами F1...F10 (например, F1 – квадрат 50×50; F7 – ромб. Рабочий луч сопровождается красным лучом). Регулировка масштаба осуществляется переменным (рис. 4) резистором R1 на соответствующей плате регулятора. Поворот вправо R1 – увеличение масштаба, влево – уменьшение.

II. Инструкция по работе с пакетом программ для автоматизированной системы управления установкой «КВАНТ-60 РО»

Автоматизированная система управления установкой лазерной маркировки «КВАНТ-60 РО» предназначена для оперативного создания управляющих программ различной сложности на ПВМ типа IBM PC и управления работой установки при их выполнении. Система состоит из технических и программных средств, которые осуществляют поставленные задачи.

Все файлы пакета располагаются в каталоге KW на диске C, который имеет еще четыре подкаталога: KWC, RED, RIS, SHR. Все файлы пакета жестко привязаны к именам своих каталогов. Смена имен каталогов может привести к неработоспособности системы.

В каталоге KW располагаются следующие файлы:

KWANT.EXE – основной запускаящий систему файл пакета. Представляет собой оболочку, из которой запускаются остальные файлы пакета.

PLOTZ.EXE – преобразует плот-файлы графического редактора в коды установки «Квант-60 РО» и осуществляет просмотр файлов УП и плот-файлов графического редактора.

PRJNKW.EXE – программа, управляющая работой установки «Квант-60» при выполнении управляющей программы на установке. Программа использует вспомогательный файл PARAM.LAZ, наличие которого в данном каталоге является обязательным.

PT.EXE – файл вывода управляющей программы на перфоленту (программа работает при наличии соответствующей платы в машине; плата поставляется отдельно по договоренности с заказчиком).

ALBOM.EXE – программа создания и работы с альбомом управляющих программ.

ALFS.EXE – программа создания управляющей программы при вводе буквенно-цифровой информации непосредственно с клавиатуры ПБМ. Программа использует следующие вспомогательные файлы, наличие которых в данном каталоге является обязательным:

SL.LIB и SI.DSA – файлы библиотеки базового шрифта;

COL.COL – файл цветовых параметров программы;

TITI.SHA, TITI.SHA, NT.SHA – двоичные файлы рисунков;

ALF.PSK – файл начальных установок программы;

KONV.EXE – программа для создания библиотеки шрифта.

Каталог KWS предназначен для хранения управляющих программ. Все файлы управляющих программ, созданных с помощью графического редактора, имеют расширение KWS.

Управляющие программы, созданные при непосредственном вводе с клавиатуры, могут иметь любое заданное расширение имени файла, но лучше присваивать им расширение KWS и располагать в подкаталоге KWS. Например C:/KW/KWS/HMH.kws.

В каталоге RED расположены все файлы графического редактора на базе пакета ACAD2.6.

Работа редактора не требует наличия в машине сопроцессора, но последний существенно увеличивает быстродействие.

В подкаталоге RIS располагаются созданные в процессе работы графического редактора файлы рисунков и промежуточные плот-файлы. Файлы имеют расширение RIS, а плот-файлы – PLT. (Не засоряйте по возможности этот каталог. Удаляйте ненужные вам файлы рисунков и плот-файлы).

Каталог SHR предназначен для временного хранения файлов, из которых создается при помощи программы KONV файл библиотеки шрифта. Программа формирует библиотеку из файлов, которые в данный момент находятся в этом каталоге, поэтому перед созданием новой библиотеки его следует очистить от старых файлов.

Для запуска пакета необходимо войти в каталог KW и запустить файл KWANT.EXE:

C: /KW/KWANT < Enter>

На экране дисплея появится центральное меню пакета:

1. Загрузка графического редактора.
2. Создание управляющей программы из плот-файла.
3. Создание УП при вводе текста с клавиатуры.
4. Создание и работа с альбомом УП.
5. Вывод УП на перфоленту.
6. Создание библиотеки шрифта.
7. Выполнение программы на установке «Квант-60 РО».
8. Выход в DOS.

При выборе п. 1 меню появится подменю режима работы графического редактора:

1. Создание нового рисунка.
2. Редактирование рисунка.

При выборе п. 1 подменю появится запрос: для какого размера поля маркировки будет создаваться рисунок: 50×50 или 100×100?

После выбора поля маркировки появится запрос на ввод имени файла, под которым будет создаваться новый рисунок. Если введенное имя уже существует, то появится соответствующее сообщение, а если нет – происходит запуск графического редактора.

При выборе п. 2 подменю запроса о размере поля не происходит, а появится запрос имени файла, который необходимо отредактировать. Если редактируемый файл существует, то запускается графический редактор и загружается редактируемый файл.

Внимание: имена файлов вводить без расширения!

Результатом работы графического редактора при создании новых рисунков являются два файла: *.plt и *.ris.

Для создания файла УП из плот-файла необходимо выбрать п. 2 основного меню пакета. При этом запускается задача PLOT2.EXE, которая позволяет:

- посмотреть на экране плот-файл;
- преобразовать плот-файл в управляющую программу для установки с одновременным просмотром на экране;
- посмотреть на экране созданный файл управляющей программы; очистить поле просмотра.

При выборе п. 3 основного меню пакета запускается файл ALFS.EXE. Если запуск прошел успешно, то в верхней строке экрана появится строка: «ЖДИТЕ! Идет загрузка программы».

Программа при этом загружает в память базовый шрифт, файлы рисунков и считывает начальные установки.

На экране дисплея появится меню программы, в которое входят:

- имя файла шрифта;
- имя файла управляющей программы;
- высота шрифта, мм;
- расстояние между буквами, мм;
- расстояние между строками, мм;
- начальная координата X строки, мм;
- ввод текста маркировки;
- создание управляющей программы.

По меню с помощью стрелок малой клавиатуры перемещается курсор. Пункт меню выбирается нажатием клавиши «ENTER».

При выборе первых шести пунктов необходимо ввести с клавиатуры ПВМ новые соответствующие значения. Если выбран седьмой пункт, то на экране появятся окно редактора и запрос на ввод первой строки.

При вводе строк действуют следующие команды редактора:

<Enter> – завершает ввод строки.

<Esc>, <Ctrl>, <Break> – заканчивают редактирование без изменения строки.

<Left>, <Ctrl S> – курсор влево на один знак.

<Ctrl>, <Ctrl A> – курсор влево на одно слово.

<Home>, <Ctrl Q> <S> – курсор в начало строки.

<End>, <Ctrl Q>, <D> – курсор в конец строки.

, <Ctrl G> – удалить знак под курсором.

<Ctrl Y>, <Ctrl X> – удалить строку.

<Ins> – вставка/замена.

<Ctrl R>, <Ctrl Q><L> – восстанавливает первоначальное содержание строки.

После ввода строки программа проверяет её на следующие параметры:

- наличие символов строки в используемой библиотеке шрифта;
- возможность размещения строки в поле маркировки 50×50, и при наличии ошибки в строке выдает соответствующее сообщение на экране дисплея.

Если ошибок в строке нет, то программа переходит на ввод следующей строки. Переход в меню осуществляется нажатием клавиши «ESC». В этот момент при вводе строки до нажатия завершающей ее клавиши «ENTER» данная строка в создании управляющей программы не участвует, а предшествующая ей будет последней в управляющей программе.

После ввода необходимых строк для маркировки перейдите в меню и выберите последний пункт меню.

На экране появится сообщение: «ЖДИТЕ! Идет формирование управляющей программы».

Когда управляющая программа будет записана на диск, появится запрос: «Контроль (Y)».

При нажатии «ENTER» или клавиши «Y» управляющая программа будет отображаться на экране дисплея.

Программа работает для поля 50×50 и использует библиотеки шрифтов, созданные с помощью вспомогательной программы KONV.EXE.

Библиотека шрифта состоит из двух файлов:

- имени библиотеки (с любым расширением);
- файла директории библиотеки с тем же именем, но с расширением DSA.

Для создания своей библиотеки необходимо создать графическим редактором файлы типа PLN с именами, которые соответствуют необходимым вам клавишам в кодах ASCII.

Пример

Для клавиши 1 необходимо создать файл 49.PLT, а для клавиши 2 – 50.PLT, так как код символа 1 равен 49, а символа 2 – 50 по стандарту ASCII. Символ должен создаваться в строго определенной области поля рисования и иметь высоту 20 мм.

Ширина символа по возможности не должна превышать его высоту (0.7H).

Символы должны быть выравнены по левой границе области рисования.

После создания всех необходимых вам файлов PLT для символов надо перенести их в пустую директорию (например SHR) на диске и запустить программу KONV.EXE.

Программа запросит имя файла библиотеки и после его ввода – каталог, где расположены файлы, которые нужно записать в библиотеку.

Пример

Введите имя библиотеки: S2.LIB

Введите каталог файлов: D:/KW/SHR/

Каталог файлов обязательно должен заканчиваться символом / (обратная косая черта). Если в каталоге есть недопустимые для библиотеки имена файлов, то программа выдаст сообщение и прервет свою работу.

При успешном завершении программы все файлы каталога будут упакованы в библиотеку и ее можно использовать в программе ALFS.EXE.

При выборе предпоследнего пункта центрального меню пакета запускается задача KWTPR.EXE – программа, обеспечивающая работу установки «Квант-60 РО» под управлением управляющей программы. Программа использует рабочие файлы:

PARAM.LAZ – файл начальных технологических параметров;

*.TL – файлы различных толщин линий при маркировке изделий.

При запуске программы появится окно с начальными установками пакета:

- количество импульсов в точке;
- длительность импульсов;
- задержка между командами лазера;
- задержка между командами;
- толщина линий;
- контроль на экране монитора;
- длительность строба.

В последней строке окна задается вопрос: «Хотите изменить параметры выжигания? [Y]».

При вводе с клавиатуры «Y» или «ENTER» появится меню, по которому с помощью клавиш стрелки малой клавиатуры перемещается курсор. Выбор пункта меню осуществляется нажатием «ENTER».

После каждого выбора пункта меню появляется маленькое окно с запросом: «Введите значение:».

Необходимо ввести значение, которое будет соответствовать пункту выбранного меню и тут же отображаться в центральном окне программы. Для выхода из меню следует выбрать пункт «Выход». После этого появится окно с запросом ввода имени файла управляющей программы. Если требуется опять перейти в меню, то надо ввести пустое имя файла, т. е. нажать «ENTER», не набирая имени на клавиатуре. Если был включен режим контроля на клавиатуре (состояние «on»), то в процессе выполнения управляющая программа будет отображаться на мониторе. Для прерывания процесса маркировки необходимо нажать клавишу F1. В режиме отключения контроля на мониторе (состояние «off») возможно временно приостановить выполнение управляющей программы с выходом в меню установки технологических параметров (для этого нужно нажать клавишу «F2»).

После изменения пользователем технологических параметров и выхода из меню программа продолжит свою работу с места останова.

Параметр «длительность строба» носит чисто технический характер (предназначен для разного типа машин), но при определенных установках действует как ключ и оказывает действие на режимы считывания файла управляющей программы с диска.

Пример

Если параметр установлен в состоянии 2 или 8, то считывание файла в память машины не происходит и программа выполняется сразу же при считывании очередной команды с диска.

Если он установлен в любое другое состояние и программа не превышает 60000 байт, то она сначала считывается в память машины, а затем выполняется. Если она превышает 60000 байт, то управляющая программа обрабатывается так же, как и при режимах длительности строба 2 и 8. Такое переключение связано с увеличением скорости маркировки при повторных запусках программы при значениях длительности строба, не равных 2 и 8, поскольку управляющая программа уже находится в памяти ПВМ и не тратится время на дисковые операции.

Защита работы

Работа считается выполненной и защищенной, если студент продемонстрирует удовлетворительные знания о технологических процессах, происходящих при взаимодействии лазерного излучения и обрабатываемой поверхности материала.

Вопросы для самопроверки

1. В чем специфика программного обеспечения подобного маркера?
2. Расскажите основные шаги создания собственного графического файла.
3. От чего зависит качество маркировки обрабатываемой поверхности?
4. Какими параметрами можно управлять при подборе режима для той или иной поверхности?

Лабораторная работа № 3 ЛАЗЕРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ ВНУТРИ ОБЪЕМА СТЕКЛА «ЛАЗЕРАРТ-50U».

Цель работы: ознакомление с устройством и функционированием лазерной установки «ЛазерАрт-50U».

Оборудование: установка ЛазерАрт-50. Предназначена для нанесения трёх- и двухмерных изображений, а также маркировки внутри прозрачных стеклоподобных материалах, таких как стекло, кварц и т. п. Работа установки основана на изменении оптических свойств прозрачных материалов под воздействием сфокусированного лазерного излучения, совместно с программируемым перемещением точки фокусировки внутри объёма прозрачного вещества. Сфокусированный лазерный луч локально разрушает структуру внутри обрабатываемого образца. Разрушение (пробой) внешне выглядит, как небольшая точка-звёздочка. Управляемый компьютером позиционер перемещает точку фокусировки лазерного луча внутри образца таким образом, что точки разрушения образуют запрограммированный рисунок. Для изготовления двухмерного изображения внутри стекла исходное изображение передаётся на компьютер с цифрового фотоаппарата или сканера (при сканировании обычной фотографии), а затем переносится в стекло.

Задание: в данной работе необходимо ознакомиться с составом установки, её техническими характеристиками и правилами техники безопасности при работе с «ЛазерАрт-50U».

Порядок выполнения работы

Состав установки

Основной блок включает в себя:

- каркас;
- лазерный излучатель;
- блок управления затвором;
- оптическую коллимационную систему;

- оптическую фокусирующую систему;
- систему перемещения луча в плоскости $X - Y$;
- систему перемещения стола с заготовкой по вертикали;
- три шаговых двигателя;
- приводной ремень;
- контроллер для управления шаговыми двигателями.

Блок питания и охлаждения лазера содержит:

- блок питания лазера;
- систему охлаждения лазера типа вода – воздух;
- соединительные кабели.

Техническая характеристика установки

Рассматриваемая характеристика представлена в табл. 1.

Таблица 1

Показатель	Значение
Максимальная суммарная масса стеклянных заготовок, кг	2
Максимальные габаритные размеры обрабатываемой заготовки, мм: – по оси X ; – по оси Y ; – по оси Z	170 160 90 (для получения максимального размера изображения)
Максимальные габаритные размеры изготавливаемого изображения: – по оси X ; – по оси Y ; – по оси Z	170 120 60
Размер точек в изображении, мкм: – min; – max	150×200 400×600
Минимальный шаг перемещения каретки в горизонтальной плоскости, мкм	9
Производительность (время создания типового изображения из 10000 точек), мин, не более	7

Показатель	Значение
Системные требования к ПК: – для «набивки» изображений; – для подготовки моделей и подсчёта файлов с Windows 95, 98, ME, XP	IBM-PC не ниже Pentium1 IBM-PC не ниже Pentium3
Потребляемая электрическая мощность, Вт, не более	1300
Питание, В/А	220/7
Средняя продолжительность эксплуатации ламп накачки, имп	10 ⁷
Габаритные размеры, мм: – основной блок – блок питания и охлаждения	320×600×600 670×250×630
Длина кабелей между блоками, м	1,5

Техническая характеристика лазерно-оптической системы

В установке используется лазер твердотельный импульсный ЛТИ 245. Его характеристика дана в табл. 2.

Таблица 2

Показатель	Значение
Длина волны, нм	1064
Диаметр луча лазера, мм	5
Качество луча	Одномодовый TEM ₀₀
Расходимость луча, мрад	< 1,2
Энергия в импульсе в режиме модулирования добротности, мДж, не менее	80
Длительность импульса, нс, не более	10
Частота следования импульсов, Гц	50
Коллимирующая система	Телескоп шестикратный световой, диаметр 25 мм
Фокусирующая система	Объектив f 50 мм световой, диаметр 25 мм

Правила техники безопасности при работе с установкой ЛазерАрт-50

1. К работе допускается только персонал, внимательно изучивший данные правила и техническое описание установки.

2. Все работы по настройке и сервисному обслуживанию установки должны осуществляться при выключенном блоке питания лазера.

3. Перед включением необходимо убедиться в отсутствии посторонних предметов на пути лазерного излучения.

4. Запрещается эксплуатация в помещениях с повышенной влажностью воздуха.

5. Не допускается попадание воды или других жидкостей внутрь блока питания и охлаждения. Если это всё-таки произошло, нужно немедленно отключить установку от сети до полного высыхания.

6. Для предотвращения перегрева установки и блоков питания и охлаждения лазера не располагайте их на прямом солнечном свете и около нагревательных приборов. Не закрывайте жалюзи охлаждения на блоках питания и охлаждения и не устанавливайте их около вертикальных поверхностей, например стен. Минимальное расстояние от стен до блока питания и охлаждения должно быть не менее 20 см.

7. Для предотвращения повреждения органов зрения все работы по сервисному обслуживанию, которые требуют включения установки со снятой верхней крышкой, выполняйте в защитных очках, рассчитанных на поглощение основной длины волны лазерного излучения не менее 99,99 %. Во время таких работ запрещается присутствие в помещении посторонних.

8. Не используйте в непосредственной близости от установки легковоспламеняющиеся жидкости, газ или аэрозоли во избежание их воспламенения под воздействием лазерного излучения.

9. Для электропитания установки должна использоваться трёхпроводная однофазная сеть с защитным заземлением. Если такой сети нет, то клеммы, расположенные на задних панелях основного блока и источника питания лазера, необходимо подключить к внешнему заземлению. Работа с установкой без защитного заземления не допускается.

Оптическая схема установки

На оптической схеме установки ЛазерАрт-50 (рис. 5):

- 1 – лазерный излучатель;
- 2 – поворотное зеркало;
- 3 – телескопический расширитель пучка;
- 4 – держатель фильтров;
- 5 – поворотное зеркало;
- 6 – разделитель пучка;
- 7 – поворотное зеркало;
- 8, 8а – поворотные зеркала левого и правого каналов;
- 9, 9а – балансировочные заслонки;
- 10, 10а – фокусирующая система;
- 11, 11а – зона обработки.

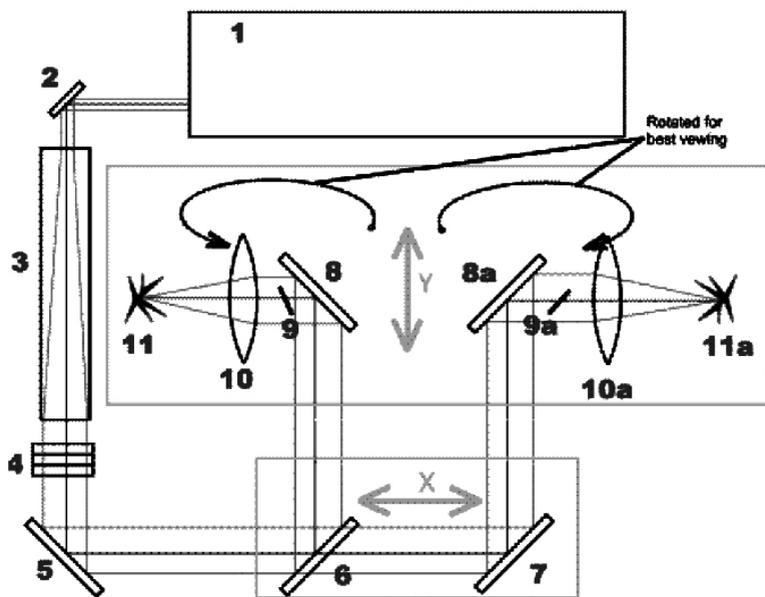


Рис. 5. Оптическая схема установки

Кинематическая схема установки

Данная схема представлена на рис. 6.

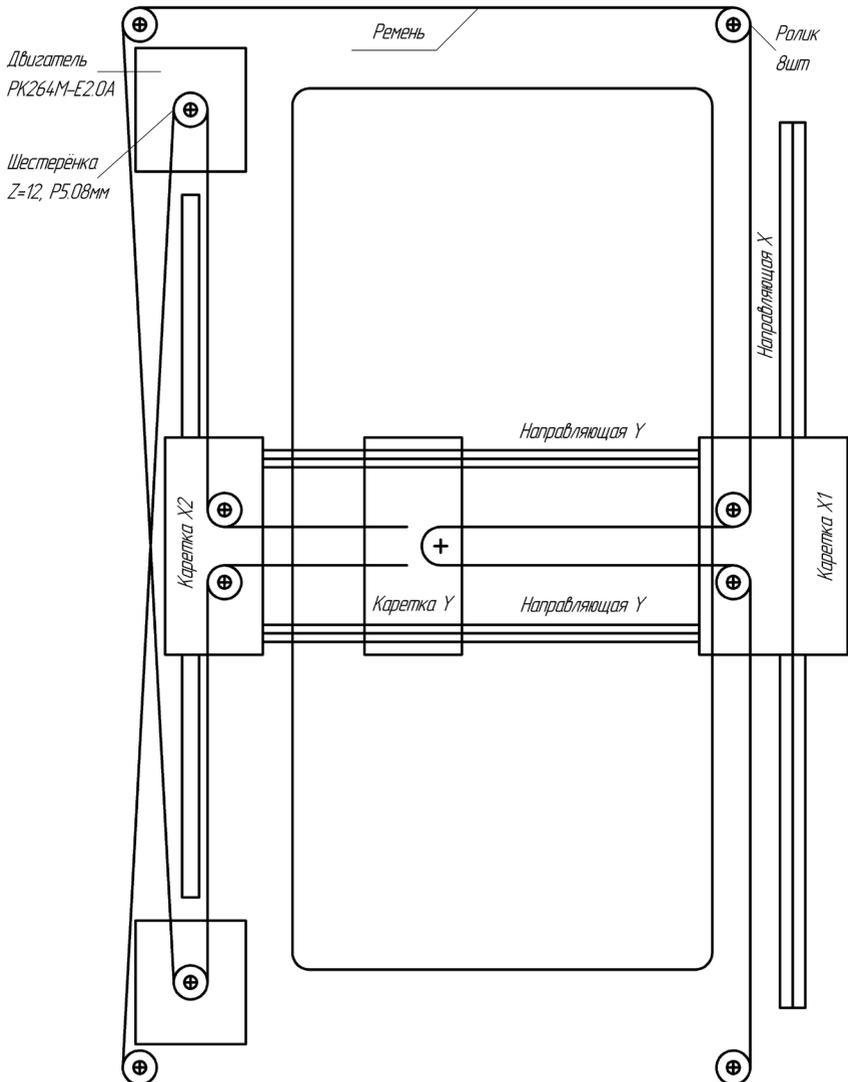


Рис. 6. Кинематическая схема установки

Защита лабораторной работы

Работа считается выполненной и защищённой, если студент продемонстрирует уверенные навыки включения и выключения установки, а также удовлетворительные знания о составе установки и принципах функционирования элементной базы излучателя.

Вопросы для самопроверки

1. Состав установки.
2. Технические характеристики установки.
3. Какой лазер используется в установке? Его основные характеристики.
4. Правила техники безопасности.

Лабораторная работа № 4 СОЗДАНИЕ ПЛОСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ В СТЕКЛЕ

Цель работы: получение навыков практической работы в создании качественного изображения внутри стекла.

Оборудование: установка ЛазерАрт-50 с программным обеспечением, стекло.

Задание: получить в стекле плоское изображение.

Порядок выполнения

Работа системы с программой «Портретист»

А. Создание плоских изображений с регулированием интенсивностей точек в соответствии со шкалой градаций серого исходного изображения.

В. Функции.

Главное окно программы иллюстрирует рис. 7.

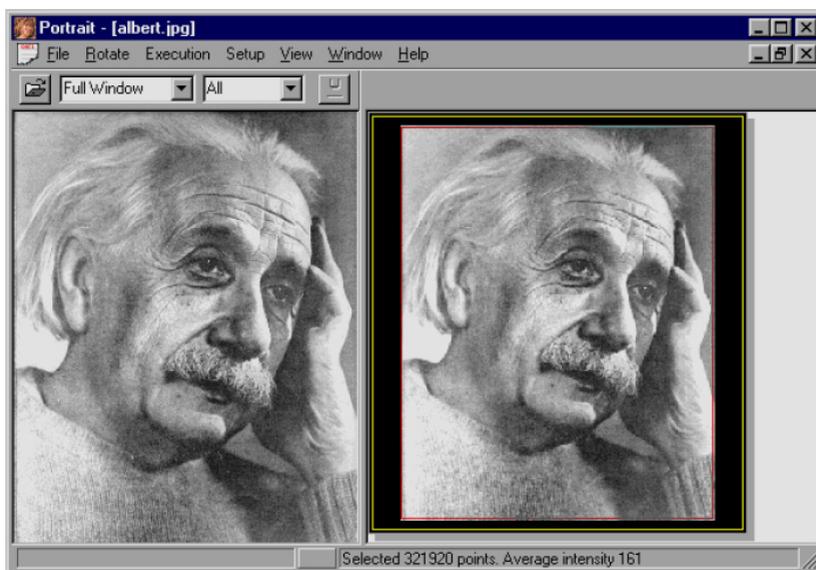


Рис. 7. Главное окно программы

В левой половине главного окна располагается исходное изображение для переноса его в стекло. В правой половине – переведённый в точки результат предполагаемого изображения в стекле. Чёрный прямоугольник в правом окне схематически изображает стеклянный образец.

Панель меню содержит следующие группы меню: File, Rotate, Execution, Setup, View, Windows и Help.

Щелчок левой кнопки мыши на меню *File* отображает список команд для доступа к функциям установки ЛазерАрт-50: Load – для загрузки нового файла растровой графики для переноса его в стекло; Close – для закрытия текущего файла изображения в текущем окне.

Меню Rotate открывает диалог с пятью пунктами меню: 90 degrees – для поворота изображения на 90°; 180 degrees – для поворота изображения на 180°; 270 degrees – для поворота изображения на 270°; Horizontal Mirror – для зеркального переворота изображения в горизонтальной плоскости и Vertical Mirror для зеркального переворота изображения в вертикальной плоскости.

Меню Execute содержит четыре команды: Start – для запуска установки ЛазерАрт-50 в работу по изготовлению образца; Prepare controller – для инициализации контроллера после запуска программы, и две сервисные команды: Start Laser – для включения лазера без движения каретки и Stop Laser – для прекращения работы лазера. Начиная работать с установкой ЛазерАрт-50, рекомендуется сначала включить основной блок, а затем запускать программу. В этом случае инициализация контроллера произойдёт автоматически и обращаться к команде Prepare controller не надо.

Меню Setup открывает доступ к настройкам технологических параметров установки: Color Setup, Plotter Setup, Laser Setup, Glass Setup.

Меню View позволяет включать и отключать панели Инструментов и Status Bar в основном окне программы.

Меню Window позволяет менять порядок расположения окон при одновременном открытии нескольких изображений.

Панель Инструментов позволяет осуществлять быстрый доступ к наиболее часто применяемым опциям программы «Открытие нового файла для переноса его в стекло».

Запуск установки для изготовления изображения

Первое небольшое окно устанавливает различные масштабы для левого и правого окон программы.

Второе небольшое окно позволяет просмотреть в точечном виде каждый из изготавливаемых слоёв при многослойном изображении.

Установка параметров процесса

Многие физические свойства стекла так же, как и специфические требования к изготавливаемому изображению, вызывают необходимость тщательной настройки параметров процесса изготовления изображения, таких как интенсивность лазерного излучения, технологический шаг – расстояние между точками набивки, количество слоёв изображения, величина дисперсии шага и т. д.

Color Setup

Пункт Color Setup открывает окно Edit Color с гистограммой интенсивности исходного изображения – интенсивности лазера.

По умолчанию программа «Портретист» устанавливает пропорциональную зависимость интенсивности лазера от интенсивности исходного изображения в шкале градаций серого в абсолютном масштабе из 256 градаций. Можно изменить положение концов кривой цветопередачи, что приведёт к сужению диапазона изменения интенсивности лазерного излучения. Это имеет смысл, если исходное изображение содержит малое число градаций, расположенных в небольшой области (низкоконтрастное изображение, например).

Эти установки могут быть изменены тремя различными способами:

1. Вы можете использовать гистограмму.
2. Указать численные значения для пороговых интенсивностей в полях Intensity saturation и Intensity threshold окна Edit Color (рис. 8).
3. Назначить значение интенсивностей в выделенных областях как максимальную и минимальную яркость соответственно. В появляющихся после выделения окнах выбора интенсивностей аналогичных результатов вы можете добиться, находясь непосредственно в основном окне программы. Выделите наиболее светлый и/или тёмный участки изображения в правой половине основного окна

программы. Назначьте выделенным интенсивностям пороговые значения в появляющемся на несколько секунд диалоговом окне: Set as white – для уровня белого и set as black – для уровня чёрного. Нажмите Source, если выбранные установки вас не устраивают.

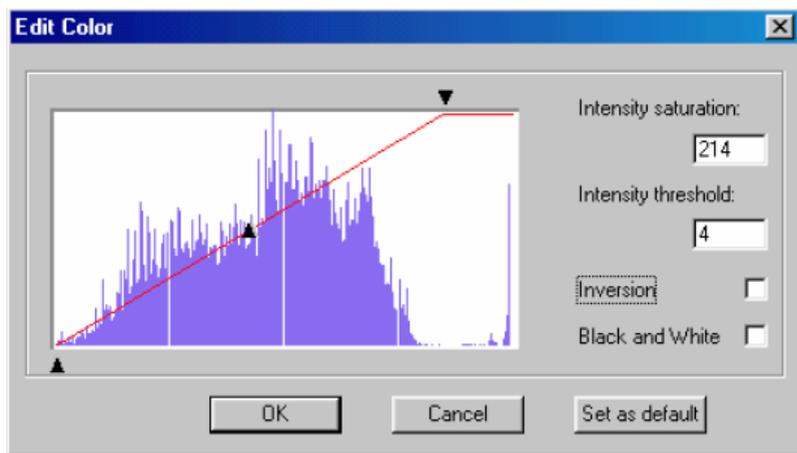


Рис. 8. Окно Edit Color

4. Для получения негативного изображения пометьте опцию inversion в окне Edit Color.

5. Если вы работаете с черно-белым изображением, например с логотипами, имеет смысл активировать опцию Black and White в окне Edit Color.

Plotter Setup

Plotter Setup открывает диалоговое окно (рис. 9) со следующими настройками системы:

- X, Y – Glass size – размер стеклянной заготовки по осям X и Y , мм;
- X, Y – Image size – желаемый размер изображения, мм;
- X, Y – Image offset – отступ изображения от левого и верхнего краёв заготовки, мм;
- Place in center – центрирует изображение по отношению к заготовке;
- Laser intensity control – включает функцию управления энергией лазера при изготовлении изображения.

- Technological step – расстояние между двумя соседними точками по осям X и Y .
- Dispersion – дисперсия технологического шага в процентах от его величины;
- Quantity of layers – число слоёв изготавливаемого изображения;
- Identical layers – позволяет набивать одинаковые слои, игнорируя алгоритм разбивки изображения по слоям;
- Distance between layers – расстояние между слоями, мкм;
- Inverse Order – прямой или обратный порядок расположения слоёв в изображении.
- Laser frequency – частота следования импульсов излучения лазера, Гц.

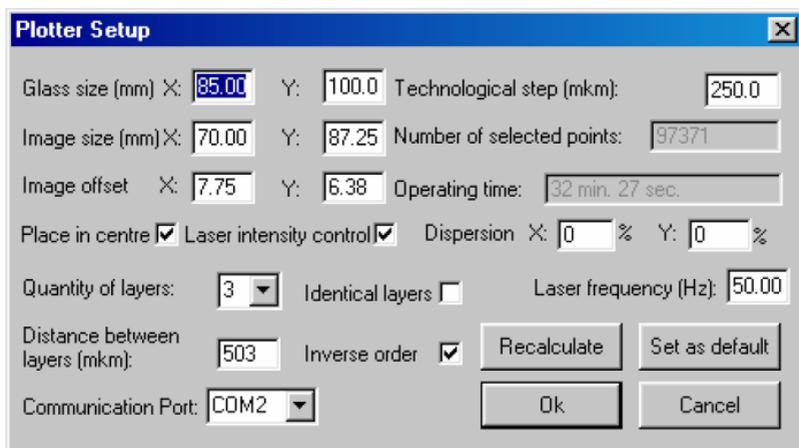


Рис. 9. Диалоговое окно

В этом окне также представлены информация о количестве точек в изготавливаемом изображении – Number of selected points, приблизительное время набивки этого числа точек, приведённое к квадрату – Operating time и номер последовательного порта, к которому подключена установка.

Функция центровки изображения позволяет центрировать либо всё изображение, либо его выделенный участок.

Функция управления интенсивностью лазера делает возможным изготовление изображения в шкале градаций серого. При ис-

пользовании данной функции плотность нанесения точек остаётся постоянной (заданной в окне technological step диалогового окна). Если эта функция отключена, изображение будет изготавливаться с постоянной энергией излучения лазера, но различной плотностью расположения точек. Белые области такого изображения будут набиты с шагом, указанным в окне technological step диалогового окна Plotter setup. Все остальные области – с меньшим шагом, в зависимости от яркости соответствующего участка исходного изображения.

Функция Technological step – является наиболее важным параметром, определяющим разрешение и, как следствие, качество изготавливаемого изображения. В то же время от него зависит общее количество точек на изображении и время его изготовления.

***Примечание:** слишком маленький шаг может явиться причиной растрескивания стеклянного образца. В большинстве случаев этот шаг должен быть не менее 100 мкм.*

Для увеличения контраста получаемого изображения можно выбрать многослойную набивку имиджа. Вы можете выставить любое количество слоёв изображения, а выбрав многослойную набивку, – задать слои одинаковыми или нет. В последнем случае только первый слой будет содержать все точки исходного изображения, каждый последующий – всё меньше и меньше точек, соответствующих тёмным градациям исходного изображения.

Этот метод позволяет получить ещё более контрастное изображение. Порядок расположения слоёв будет играть роль только лишь в случае выбора неодинаковых слоёв.

Частота следования импульсов излучения должна быть выставлена строго в соответствии с характеристиками лазера. Как правило, это 50 Гц. В случае отклонения от рекомендованной частоты возможен пропуск точек изображения, ухудшение его качества, а при большом отклонении от указанного значения – выход лазера из строя.

Меню Laser Setup (рис. 10)

Программа имеет два режима. Изображение можно изготавливать в режиме управления интенсивностью лазерного излучения или в режиме без такого управления (задаётся в окне Plotter Setup / laser intensity control).

Первый режим позволяет передать в стекле реальную шкалу градаций серого исходного изображения при помощи программного управления интенсивностью лазерного излучения, в итоге изменяя размер образующих изображение точек раскола. Второй режим позволяет изменять плотность расположения точек, оставляя энергию излучения и размер точек постоянными.

А. Работа в режиме с управлением интенсивностью излучения

Задачей теста интенсивности является настройка двух пороговых параметров интенсивности излучения лазера для наиболее точной передачи исходного имиджа в стекло. Этими параметрами являются Brightness и Threshold.

Вся шкала интенсивностей от белого до чёрного имеет 256 градаций яркости (от 0 до 255), где абсолютно белый цвет имеет интенсивность 255, а абсолютно чёрные – 0. Положение регулятора Brightness определяет максимально допустимую энергию лазера для набивки точек с максимальной интенсивностью белого цвета.

Положение регулятора Threshold определяет энергию лазера для набивки в стекле точек с пороговой интенсивностью 0. Поскольку абсолютно чёрные точки с интенсивностью 0 в стекле отображаться не должны, то для теста используются точки с интенсивностью 10%. Впрочем, эти значения, как и значения для тестируемой области для белого, можно изменить в окнах Color for threshold test и Color for Brightness test. По умолчанию для теста белого выставлено значение 240, а для теста чёрного 20. Регулятор Correction позволяет менять совместно и примерно пропорционально положения обоих движков Brightness и Threshold, даже во время набивки имиджа.

Перед началом теста расположите на столе стеклянную заготовку из такого же стекла и с такой же толщиной, как и стекло, в котором предполагается набивать изображение. Настройте положение плоскости набивки (см. п. Glass Setup). Находясь в главном окне

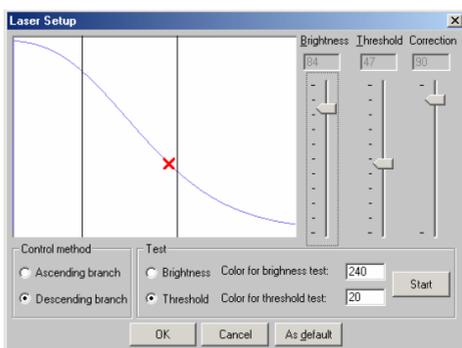


Рис. 10. Окно Laser Setup

программы, нажмите на клавиатуре PageUp. При этом стол с расположенным на нём образцом должен переместиться в указанную в окне Glass Setup позицию.

Выберите в меню Execution пункт Laser Setup. Пометьте пункт Brightness и нажмите кнопку Start для запуска теста на выполнение. Путём подбора количества и плотности оптических фильтров в держателе фильтров добейтесь того, чтобы набивка тестового квадрата происходила с максимальной интенсивностью, в то же время не приводя к расколам и трещинам на тесте. Если точности подбора фильтров не хватает, можно воспользоваться движком Brightness для получения желаемого результата. Нажав ОК в окне Laser Setup, закройте его. Переместите каретку на свободный участок стекла с помощью стрелок на клавиатуре и снова откройте окно Laser Setup. Пометьте пункт Threshold и запустите тест пороговых точек. Установка выполнит набивку тестового квадрата с интенсивностью, выставленной в поле Color for threshold test. Перемещайте движок регулятора интенсивности пороговых точек до тех пор, пока на тесте не станет пробиваться примерно 50 % точек. Поскольку обмен информацией компьютера с установкой происходит пакетами, возможна небольшая задержка реакции установки при изменении положения движка регулятора. При необходимости можно повторить любой тест, переместив каретку на свободный участок стекла. По окончании теста нажмите кнопку ОК или As default в окне Laser Setup. Если вы хотите выставить параметры по управлению энергией лазера в соответствии с наиболее и наименее яркими участками изображения, выделите соответствующий участок изображения в основном окне программы. Выберите в меню Setup пункт Test intensity, а в нём – Set selected as test of Threshold. Средняя интенсивность по выбранной области будет выставлена в окне Color for threshold test. Проведите аналогичную процедуру для наиболее яркого фрагмента, чтобы выставить Color for brightness test. Продолжайте тест по методике, описанной выше.

Тест интенсивности рассчитан на то, что изображение содержит все 256 градаций интенсивности, но реальное изображение необязательно содержит их все по причине малой контрастности. Поэтому может потребоваться некоторая корректировка установок Brightness и Threshold. Программа позволяет проводить, если это необходимо, корректировку этих установок совместно.

При корректировке выделите участок изображения для проведения теста и нажмите кнопку Start Test Intensity. Установка начнёт набивку выбранной области. В появившемся окне имеются два линейных регулятора. Если нужно, подстройте интенсивности, перемещая эти регуляторы до достижения положительного результата. Нажмите кнопку ОК. При необходимости проведите аналогичную проверку других участков изображения.

Б. Работа в режиме без управления интенсивностью лазера

В этом режиме установка набивает изображение с постоянной энергией излучения лазера. Для выставления правильной энергии набейте тестовый квадрат из окна Laser Setup. Перемещением движков регуляторов энергии добейтесь наилучшего качества набивки и нажмите кнопку ОК.

Вы можете проверить правильность выставленных интенсивностей, выбрав тестовое исполнение набивки любого выбранного участка изображения, и при желании скорректировать его.

Glass Setup (рис. 11)

Для правильной работы установки фокальная плоскость объектива должна располагаться на нужной глубине. Задача усложняется тем, что внутри стекла глубина залегания фокальной плоскости объектива изменяется пропорционально оптической плотности стекла. В программе имеется специальный модуль, который, учитывая все эти условия, вычисляет реальное положение фокальной плоскости объектива внутри стекла. Для правильного расположения стекла по вертикали необходимо открыть окно Glass Setup, в меню Setup и сделать свои установки.

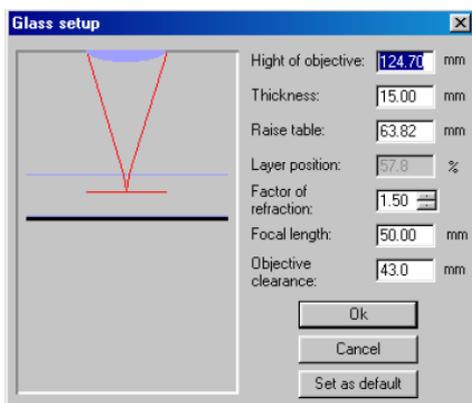


Рис. 11. Окно Glass Setup

Введите толщину стекла в поле Thickness и коэффициент преломления стекла в поле Factor of Refraction. С помощью мыши переместите изображение стола в необходимое положение и нажмите кнопку ОК.

Дополнительные функции

Существуют два пути для размещения изображения или любого фрагмента внутри стекла. Первый способ состоит в работе через окно Setup/Plotter Setup/Glass and Image Layout и ручном вводе всех необходимых заданных размеров, величин. Другой способ состоит в выделении участка изображения или всего изображения и перетаскивания его при помощи нажатия и удержания правой кнопки мыши. Выделенный участок заключается в красную рамку. Сразу после того как отпущена кнопка мыши, на несколько секунд всплывает диалоговое окно Color Setup, работа с которым была описана выше. Под изображением можно увидеть количество точек в выделенном фрагменте и примерное время набивки. Можно переместить выделенный участок в плоскости XY стекла, удерживая нажатой правую кнопку мыши. В окне Plotter Setup отступы от краёв X и Y будут меняться автоматически. Нажатие на кнопки клавиатуры Ctrl + C (или активация функции центровки изображения в окне Plotter Setup) помещает выделенную область в центр стеклянной заготовки в плоскости XY .

Защита лабораторной работы

Работа считается выполненной и защищённой, если студент продемонстрирует полученное им качественное изображение в стекле и ответит на вопросы, относящиеся к выбору режимов функционирования установки.

Вопросы для самопроверки

1. В чем особенности работы с программой «Портретист» для создания плоских изображений?
2. Какой объем может занимать изображение относительно образца?
3. От чего зависит выбор режима функционирования установки?
4. Какие параметры влияют на качество получаемого изображения?

Лабораторная работа № 5 СОЗДАНИЕ ОБЪЕМНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ В СТЕКЛЕ

Цель работы: получение навыков практической работы создания качественного изображения внутри стекла.

Оборудование: установка ЛазерАрт-50 с программным обеспечением, стекло.

Задание: получить в стекле объемное изображение.

Порядок выполнения

Работа с программой Модельер для создания трёхмерных изображений в стекле.

Функции

Основное окно программы представлено на рис. 12.

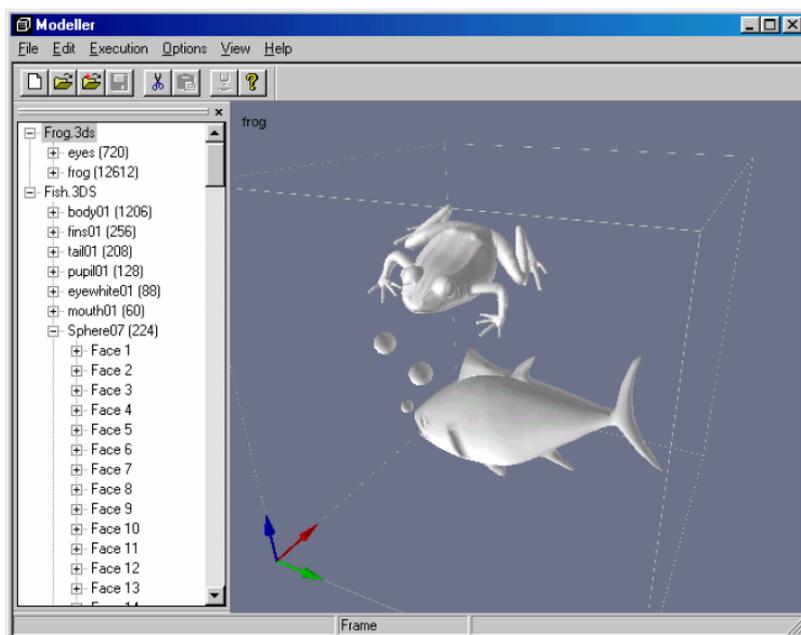


Рис. 12. Основное окно программы

В верхней части основного окна программы расположена панель пэнно и панель инструментов.

Основное окно программы отображает исходную модель, представленную в виде .3ds , .ase, .asc и .obj файлов, а также компьютерную симуляцию этой модели – файла формата .3dm для исполнения этой модели в стекле. Файлы форматов 3ds , .ase, .asc и .obj – это файлы данных объёмных моделей, подготовленные в трехмерных графических редакторах, таких как 3D studio, 3DS MAX, AutoCad, Maya и некоторых других.

К примеру, на приведённом ранее рис. 12 представлена композиция из трехмерных изображений лягушки и рыбы, загруженных в программу «Модельер» как .3ds файлы. Белые пунктирные линии в основном окне программы схематически показывают габариты стеклянной заготовки.

Объект или объекты, загруженные из файла, содержат определенное количество составляющих его элементов. Каждый элемент представляет собой трехмерную сетку, состоящую из треугольников, соединённых друг с другом в вершинах. Треугольник представляет собой поверхность – Face и ограничивающие её рёбра – edges. Программа позволяет установить особые параметры для каждого элемента изображения по поверхностям и рёбрам для перевода его в точки, с целью дальнейшего переноса с помощью установки ЛазерАрт-50 в стекло.

На следующем рис. 13 изображена та же композиция, но уже переведённая с помощью программы в точки. В левом верхнем углу указано общее количество точек изображения, которое напрямую связано со временем изготовления изображения установкой. Средняя скорость набивки точек установкой для типового имиджа составляет 1000 – 1200 точек в минуту, так что можно примерно оценить время изготовления имиджа.

Панель Menu содержит следующие меню: File, Edit, Execution, Options, View, Help.

Щелчок правой кнопкой мыши открывает меню File, содержащее следующие пункты: Load – для загрузки нового .3ds, .asc, .obj или .3dm файла для обработки или переноса в стекло; Add – добавляет новый .3ds, .asc or .obj в текущую композицию, Close – закрывает текущий файл или композицию Save Modeller file – сохраняет готовый к набивке точечный .3dm файл.

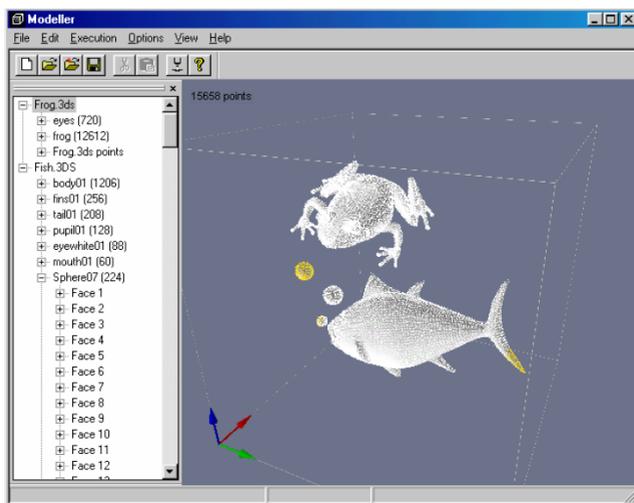


Рис. 13. Композиция, переведенная в точки

С помощью меню Edit, Apply texture на каркас загруженного трёхмерного файла осуществляется натяжка заранее подготовленной текстуры, представляющей собой файл растровой графики форматов .bmp или .jpg, для дальнейшей её обработки.

Пример приведен на рис. 14.

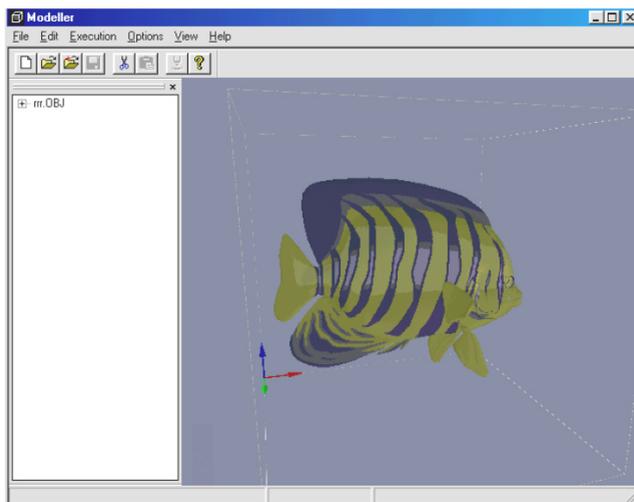


Рис. 14. Растровая графика

Меню *Execution* содержит следующие пункты: Prepare Controller, Prepare Model, Run, and Delete Dots, Laser On, Laser Off, Correction of Intensity.

Prepare Controller осуществляет инициализацию контроллера установки для последующего переноса готового имиджа в стекло. Естественно, что перед активацией опции Prepare Controller необходимо включить основной блок установки. Prepare Model запускает на выполнение процесс перевода изображения в точечный вид 3dm файла, для дальнейшего переноса его в стекло.

Run запускает на выполнение подготовленный файл. Кнопка «Esc» на клавиатуре прерывает выполнение набивки имиджа, если это внезапно потребовалось. В этом случае, как и в случае аппаратного прерывания набивки, при возникновении аварийной ситуации, имеется возможность запустить процесс в повторную набивку с точки, на которой произошло прерывание. Для этого прежде всего устраните причину сбоя, затем инициализируйте контроллер установки, если это необходимо, после чего программа продолжит набивку с точки прерывания. В этом случае имеется возможность выбора: можно запускать набивку с точки прерывания или с начала имиджа. В случае аварии компьютера, вызвавшей его перезагрузку, продолжение набивки имиджа невозможно.

Команды Laser On и Laser Off позволяют управлять включением и выключением лампы накачки лазера без включения излучения лазера для прогрева последнего и сервисного режима обслуживания установки.

Примечание: *параметры интенсивности лазера для всего имиджа, а также расположение компонентов композиции, технологические шаги по поверхностям и рёбрам и размеры изображения должны быть выставлены перед тем, как запущен пересчёт изображения в точки.*

Функция Correction of intensity открывает диалоговое окно, в котором можно установить коэффициент ослабления для всех значений энергии лазера, которые были выставлены перед пересчётом изображения в точки. Вы можете менять этот коэффициент в пределах от 0 до 100 % как непосредственно перед запуском имиджа в набивку, так и во время самой набивки. Поскольку обмен информацией компьютера с установкой происходит пакетами, возможна небольшая задержка реакции установки при изменении положения движка регулятора.

Функция Delete Dots удаляет результаты компьютерных расчётов расположения точек с экрана. Это необходимо делать каждый раз, когда вы хотите заново пересчитать изображения с новыми параметрами или установками.

Меню *Options* представляет собой гибкий инструмент для выставления параметров пересчёта изображения в точечный вид и управления установкой.

Меню *View* содержит следующие пункты: Render, Show model, Show glass, Toolbox, Status Bar.

Render предлагает три метода отображения .3ds или .asc моделей на экране дисплея Points – в точках, расположенных в узлах каркаса, Wireframe – только каркас изображения и Gouraud – залитый по методу Гуро, со светотеневыми переходами.

Show model, Show glass позволяет включить или выключить отображение на экране каркаса стекла и/или исходной модели, соответственно.

Панель *Инструментов* включает в себя несколько инструментов, позволяющих произвести быстрый доступ некоторым основным функциям программы:



– закрывает текущий файл;



– позволяет открыть новый .3ds, .asc, .ase, .obj или .3dm файл;



– добавляет новый .3ds, .asc, .ase, .obj или .3dm файл к

ранее открытому, для создания композиции.

Примечание: *имиджи, загруженные как .3dm файлы, не рассчитываются программой при пересчёте всего изображения, но исполняются с теми параметрами, которые были изначально.*



– сохраняет текущий точечный .3dm файл на диск;



– удаляет из композиции текущий элемент;



– запускает на выполнение текущий точечный файл.

В дополнение к Меню и функциям Панели инструментов программа предлагает множество функций, для изменения масштаба изображения, изменения местоположения и размера трёхмерных изображений в стекле.

Дополнительные функции панели инструментов

Кнопки « + » и « - » на дополнительной клавиатуре (Numerical keyboard) увеличивают размеры изображения всего содержимого главного окна на экране для возможности оценки его качества или повышения удобства обработки.

Стрелки: «→», «←», «↑», «↓» поворачивают изображение на экране для просмотра при изометрическом rotate a blank with images around different axis.

Некоторые кнопки на основной клавиатуре переключают отображение модели на экране с разных сторон: F – вид спереди, R – вид справа, L – вид слева, T – вид сверху. Когда активен любой из этих четырёх видов, то функции кнопок и стрелок меняются. В этом режиме кнопки «→», «←», «↑», «↓» позволяют перемещать имидж внутри стекла в соответствии с выбранным направлением.

Для возвращения к изометрическому виду надо нажать кнопку Esc.

Возможно изменение положения любой модели, загруженной как отдельный .3ds или .asc файл, или элемента композиции, состоящей из нескольких .3ds или .asc файлов. Для использования этой функции сначала надо выделить необходимый объект, щёлкнув на нём левой кнопкой мыши. Модель, состоящая из одного файла, всегда является активной.

Для увеличения или уменьшения размеров модели внутри стекла можно использовать кнопки « * » от « / » на дополнительной клавиатуре Numerical keyboard. Величина увеличения-уменьшения изображения зависит от времени удержания кнопки в нажатом состоянии.

Функции поворота:

- вокруг оси Z – нажатием кнопок Home или End key, или «→» или «←» на дополнительной клавиатуре;
- вокруг оси X – нажатием кнопок Insert or Delete;
- вокруг оси Y – нажатием кнопок Page Up or Page Down.

Программа позволяет осуществить поворот любого активно-го элемента изображения на заданный угол вокруг основных осей изображения. Для этого в меню, всплывающем после щелчка правой кнопкой мыши в основном окне программы, нужно выбрать пункт *Rotate or. var degree* и в ячейках появившегося диалогового окна ввести необходимые значения направления и угла поворота элемента изображения вокруг соответствующей оси. Кроме того, в том же самом всплывающем окне имеется опция, позволяющая удалить текущий активный элемент изображения.

Работая с изображением, состоящем из нескольких файлов, в окне *Options//Layout of glass and image* можно всегда проверить значения параметров отступа центра текущего активного элемента изображения, название файла которого указано в правом нижнем поле окна, от центра стекла. Выбирая другие имена файлов, составляющих изображение, в правом нижнем поле окна можно контролировать отклонения центра каждого элемента изображения от центра стекла.

Установка параметров процесса

Меню *Options* открывает окно (рис. 15) с пятью вложенными диалоговыми окнами: *Layout of glass and image*, *Image preparation*, *Operation of laser*, *Dynamics of movement*, *Optical parameters*.

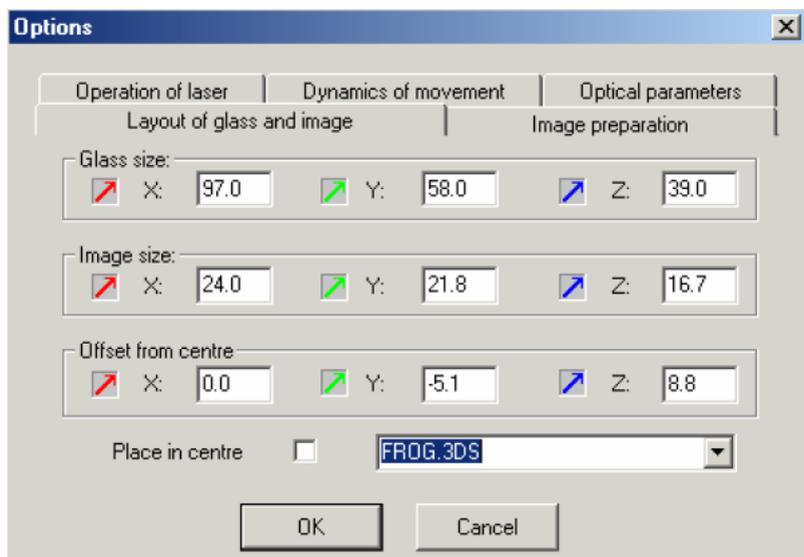


Рис. 15. Окно в меню *Options*

Окно Layout of glass and image позволяет установить параметры размеров стеклянной заготовки и имиджа, представленного в виде .3ds or .ase файлов, а также отступ центра изображения от центра стеклянной заготовки с указанными размерами. Если работа происходит с композицией, состоящей из нескольких файлов, для контроля этих параметров достаточно активировать необходимый компонент, щелкнув на нём левой кнопкой мыши, находясь в основном окне программы или выбрав необходимый файл в правом нижнем поле окна Layout of glass and image.

Окно Image preparation позволяет задать параметры перевода и изготовления имиджа в стекле. Шаг расстановки точек Technological step может быть выставлен отдельно для поверхностей и рёбер каркаса изображения. Функция расстановки точек по поверхностям и рёбрам каркаса Filling faces или edges также может быть включена или выключена отдельно для поверхностей и рёбер. Точки, расположенные на рёбрах каркаса при пересчёте изображения в точечный вид имеют преимущество. Если есть необходимость, то точки, расположенные на поверхностях, можно расставить в шахматном порядке, активировав опцию Chessboard pattern.

Программа позволяет осуществлять набивку композиции из нескольких файлов, переведённых в точки, двумя различными методами. К последним относятся:

- одновременная набивка всех элементов композиции, слой за слоем, снизу вверх;
- поочерёдная набивка элементов, составляющих композицию.

Необходимый метод набивки определяется активизацией опции Merge objects. В этом же окне задаётся количество повторов при набивке клонируемых изображений Cloning. Каждое последующее изображение будет отстоять от предыдущего на величину размера стекла по оси X (стрелка).

Окно Dynamics of movement позволяет выбрать наиболее подходящие для выполнения данного имиджа динамические параметры для перемещения каретки и стола, скорости и ускорения. Carriage Speed – скорость перемещения каретки и Table Speed – скорость перемещения стола, в относительных единицах, для данной модификации установки LaserArt могут быть выставлены не более 40 и 20 % соответственно. Acceleration – ускорение при перемещении, имеет

три фиксированных значения: Slow – медленное, Medium – среднее и High – высокое. Величины ускорения и скоростей влияют на время выполнения имиджа и на величину динамических искажений расположения точек изображения в стекле. Для наиболее точной передачи изображения в стекло величины скоростей и ускорения надо уменьшать, не забывая о том, что возрастает время набивки изображения. Поэтому для каждой задачи надо искать компромиссные параметры.

Окно *Optical parameters* позволяет изменять некоторые оптические характеристики установки: Objective aperture – рабочая апертура фокусирующего объектива (для данной модификации установки составляет 30 мм), Height of lens – зазор между главной оптической плоскостью фокусирующего объектива и поверхностью стола в нижнем положении, Objective clearance – рабочий отрезок фокусирующего объектива, Focal length – фокусное расстояние фокусирующего объектива (50 мм для данной модификации установки), Glass refraction index – коэффициент преломления материала заготовки.

Окно *Operation of laser* позволяет управлять некоторыми параметрами лазера. В текущей модификации установки частота следования импульсов лазерного излучения Laser frequency составляет 50 Гц.

Rough intensity tuning – задержка отпираания электрооптического затвора, относительно начала вспышки лампы накачки лазера. *Внимание! Изменять эти параметры, во избежание выхода лазера из строя, не рекомендуется.*

Laser Intensity – интенсивность излучения лазера (в относительных единицах). Устанавливает интенсивность лазерного излучения при набивке точек на поверхностях и рёбрах изображения отдельно. В соответствии с выставленной интенсивностью будет меняться и размер полученной точки в стекле.

Дополнительные функции к Laser Intensity

Для установки индивидуальных технологических параметров Technological step и Laser intensity для каждого элемента изображения сначала надо активировать необходимый элемент. Затем нужно два раза щелкнуть левой кнопкой мыши на выбранном элементе, находясь в основном окне программы. После этого появится диало-

говое окно свойств активного элемента (рис. 16), в котором можно выставить параметры по данному элементу примерно так же, как

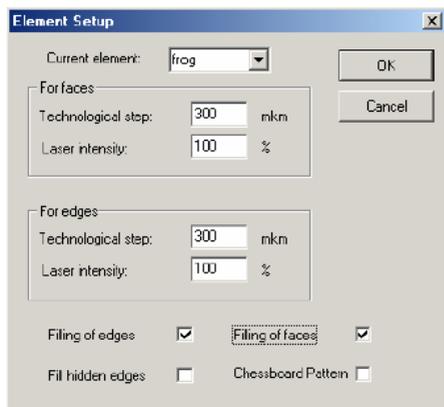


Рис. 16. Окно Elements Setup

основного окна программы. Второй – находясь в окне свойств элемента, выбрать из списка элементов изображения в верхней части окна нужный элемент и работать непосредственно с ним. При этом соответствующий элемент в основном окне программы должен окраситься в красный цвет.

В левой половине основного окне программы представлено дерево списка всех составных частей текущего изображения. На первом уровне дерева представлены названия всех отдельно загруженных файлов. Как уже упоминалось выше, программа позволяет выполнять набивку композиции из нескольких файлов, переведённых в точки, двумя различными методами. Сюда относятся:

- одновременная набивка всех элементов композиции, слой за слоем, снизу вверх;
- поочерёдная набивка элементов, составляющих композицию.

Необходимый метод набивки определяется активизацией опции Merge objects.

Во втором случае порядок набивки файлов, составляющих изображение, определяется порядком их расположением в дереве списка элементов изображения в левой половине основного окна программы, сверху вниз. Однако этот порядок может быть изменён следующими манипуляциями: для перемещения любого компонента изображения в списке вверх или вниз надо выделить имя требуе-

это делалось для всей модели. Кроме того, можно задать заполнение невидимых рёбер элемента изображения точками (по умолчанию все невидимые рёбра точками не заполняются).

Существуют два пути переключения (активации) с одного элемента изображения на другой. Первый – после закрытия диалогового окна свойств элемента выбрать следующий, непосредственно из

мого объекта в окне и перетащить его на необходимое место списка при помощи мыши. После отпускания кнопки мыши выделенный объект переместится в указанное место списка.

Используя данный метод можно менять порядок набивки элементов композиции. Эти изменения можно делать до и после перевода изображения в точечный вид, т. е. в .3dm файл. Для расположения объекта в самом низу списка необходимо выполнить два шага. Во время перемещения объекта в новое положение указатель курсора мыши отображается в виде стрелки «↑», указывая на то, что перемещение объекта по списку будет выполнено в положение, находящееся над текущим пунктом списка, расположенным под курсором.

Каждый трёхмерный файл, загружаемый в программу, может содержать один или несколько элементов. Если нажать на символ «+» перед именем файла в списке с левой стороны основного окна или дважды – на имени, то в списке откроется пункт, содержащий весь перечень элементов файла.

Весь список элементов одного файла объединён в группу, внутри которой с ними можно выполнять операции, как если бы они были отдельными элементами.

Все отдельно загруженные файлы изображения, состоящие из подобъектов, могут быть разделены на самостоятельные объекты, их составляющие. Сделать это можно следующим образом. Выделите в дереве списка с левой стороны основного окна объект, который требуется разбить. В появившемся после щелчка правой кнопки мыши на этом объекте меню выберите пункт «Explode this image».

Внимание: объединение нескольких объектов обратно в один件 невозможно!

Обычно использование опции «Explode this image» имеет смысл, если требуется изменить взаимное расположение или соотношения размеров подобъектов изображения. Если загруженный файл содержит только один подобъект, то функция «Explode this image» работать не будет. Если необходимо рассмотреть на экране, какой-то конкретный элемент изображения отдельно от всей модели, воспользуйтесь функцией «Show only current element». Отмените эту функцию для возвращения к полному виду модели.

Двойной щелчок левой кнопкой мыши на названии элемента в списке открывает диалоговое окно задания индивидуальных свойств элемента. Каждый подобъект загруженного объекта отображается на втором уровне дерева списка под именем, которое было ему присвоено во время создания этого объекта. Цифры около имени отображают количество поверхностей, из которых состоит данный элемент. Если раскрыть эту ветвь дерева, нажав на символ «+», рядом с именем подобъекта, то можно увидеть весь список поверхностей, из которых состоит данный элемент. Выделив любую поверхность, можно наблюдать эту поверхность на изображении в основном окне программы, выделенную красным цветом. Кроме того, имеется возможность задать по данной поверхности индивидуальные параметры, такие как:

- Technological step для поверхности;
- Laser intensity;
- Technological step для рёбер данной поверхности;
- Laser intensity для рёбер и поверхности;
- Включение и выключение шахматного порядка расстановки точек поверхности.

Выделив пункт списка «Edges» любой поверхности, в основном окне программы можно видеть рёбра, образующие текущую поверхность, показанные красными или зелёными линиями. Линиями красного цвета показаны невидимые рёбра, точки по которым расставляться по умолчанию не будут; зелёного цвета – видимые рёбра.

Раскрыв пункт «Edges», можно видеть список всех рёбер поверхности. При необходимости можно переключить тип ребра с видимого на невидимый и наоборот. Ребро, помеченное красной галочкой, является видимым, а чёрным крестом – невидимым. Переключение осуществляется двойным щелчком левой кнопки мыши на соответствующем ребре в списке. Текущее ребро будет отображено в основном окне программы. Для того чтобы при пересчёте изображения точки расставлялись по всем рёбрам, независимо от их атрибутов, надо включить опцию « Fill hidden edges» в диалоговом окне индивидуальных свойств объекта.

Перед тем как запустить имидж на пересчёт, необходимо отключить режим (команда «Prepare model») «Show only current element». В противном случае в точки будет переведён только видимый элемент.

После того как модель уже переведена в точки, в каждой ветви дерева списка (соответствующей каждому объекту изображения) появится новая ветвь второго уровня, в которой будут указаны слои с полученными точками. Эти слои содержат группы, содержащие точки, которые будут набиты одна за другой, пока не будут выполнены все точки этой группы.

Переключение в режим «Show only current element» позволяет просмотреть в основном окне отдельные группы, слои и точки, составляющие изображения. Если в списке активным элементом является точка, то автоматически включается режим ее редактирования.

Перейдя в один из видов проекций модели с помощью клавиш (F, T, R, L), можно перемещать текущую точку по осям модели, а также удалить её, нажав кнопку «Del».

Защита лабораторной работы

Работа считается выполненной и защищённой, если студент продемонстрирует полученное им качественное изображение в стекле и ответит на вопросы относящиеся к выбору режимов функционирования установки.

Вопросы для самопроверки

1. В чем особенности графического редактора 3D studio?
2. Какой объем может занимать изображение относительно образца?
3. От чего зависит выбор режима функционирования установки?

Лабораторная работа № 6

ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНЫЙ CO_2 -ЛАЗЕР. ЮСТИРОВКА РЕЗОНАТОРА

Цель работы: ознакомление с элементной базой электроразрядного CO_2 -лазера мощностью 3 кВт и приобретение навыков практической работы с трехпроходным неустойчивым телескопическим резонатором.

Оборудование: технологический CO_2 -лазер.

1. Назначение

Лазерные установки этого типа предназначены для разделительной резки металлических листов толщиной до 10 мм, сварки без применения присадочных материалов различных изделий из металлов и сплавов, а также термоупрочнения поверхностей всевозможных узлов и механизмов, которые подвергаются значительному износу в результате трения. Эти операции широко распространены во многих отраслях промышленного производства, в частности в технологии машиностроения.

2. Основные технические данные и характеристики

Режим генерации лазерного излучения – непрерывный.

Длина волны лазерного излучения, мкм 10,6

Состав газовой смеси $\text{CO}_2\text{N}_2\text{He}$ 1:5:4

Давление газовой смеси, мм рт. ст. 40

Тип разряда:

- тлеющий самостоятельный;
- аномальный в потоке газа.

Способ стабилизации разрядасекционирование катода.

Размеры разрядной области, мм:

- анод-катод 60
- ширина (по газовому потоку) 250
- длина (по оптической оси) 2.8

Резонатор:

- трехходовый неустойчивый;
- телескопический.

Зеркала медные водоохлаждаемые

Выходное окно кристалл ЩГК (NaCl , KCl)

Мощность, кВт ≤ 3

Потребляемая мощность, кВт..... ≤ 75

3. Состав, устройство и работа CO₂-лазера

Функциональная схема лазерной установки представлена на рис. 17. Её основными элементами являются лазер и система электропитания (СЭП).

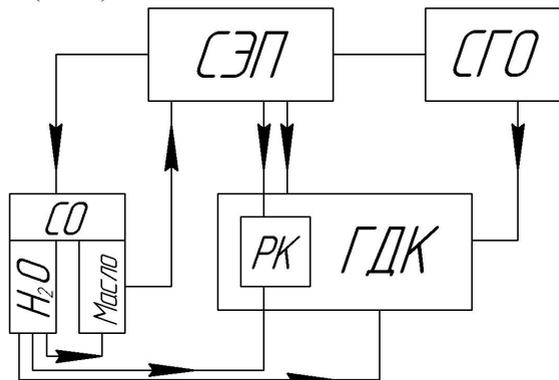


Рис. 17. Функциональная схема лазерной установки:
СЭП – система электропитания; СГО – система газо-
обеспечения; РК – разрядная камера; ГДК – газодинами-
ческий контур; СО – система охлаждения

3.1. С точки зрения обеспечения необходимых условий для получения генерации лазер представляет собой вакуумноплотный газодинамический контур (ГДК) рециркуляционного типа, замкнутый в вертикальной плоскости (рис. 18).

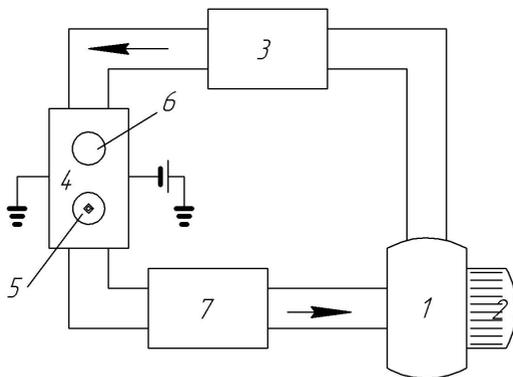


Рис. 18. Схема газодинамического контура: 1 – венти-
лятор; 2 – привод; 3 – заглушка; 4 – разрядная камера;
5 – выходное окно; 6 – зеркало; 7 – водяной теплообменник

Ключевым элементом лазера является разрядная камера (РК) 4.

Она состоит из сварной конструкции, выполненной в виде прямоугольного параллелепипеда, каждая из граней которого имеет специальные окна. Одной парой боковых граней РК соединяется с элементами ГДК. На другой паре – электродная система, состоящая из сплошного анода, изготовленного из нержавеющей стали и секционированного катода. Отдельный элемент катода имеет размеры: 1,5 мм вдоль потока и 40 мм – поперек (вдоль оптической оси). Он вставлен в керамический блок с размерами: 23 мм вдоль по потоку и 50 мм – поперек. Вдоль по потоку установлено 10 рядов исходных элементов основного разряда и один ряд – элементов вспомогательного разряда. В ряду – 16 катодных элементов, каждый из которых охлаждается. К аноду также подведено охлаждение.

На третьей паре торцевых граней камеры размещен резонатор. Он состоит из четырёх медных зеркал 6 (одно из которых совмещено с выходным окном 5). Выходное окно, с одной стороны, выполнено из материала, обеспечивающего возможность вакуумноплотного соединения с элементами конструкции резонатора а с другой – является прозрачным для электромагнитного излучения с частотой генерации CO_2 -лазера. Обычно они выполняются из щелочно-галогенидных кристаллов (ЩГК), например NaCl, KCl.

Конструкция РК показывает, что в данном лазере направления газового потока, тока разряда и оптическая ось резонатора взаимно перпендикулярны.

В разрядной камере газ нагревается. Для активных сред, работающих на колебательно-вращательных переходах основного электронного состояния молекулы, это приводит к снижению инверсии населенности вплоть до её полного исчезновения. Поэтому нагретый газ постоянно выносится из РК при помощи центробежного вентилятора 1, состоящего из корпуса, в котором размещается колесо вентилятора, закрепленное на оси ротора электродвигателя (привод 2). Роторная полость электродвигателя герметично отделена от статорной полости и связана с газовой полостью вентилятора. Электродвигатель и корпус вентилятора имеют рубашки охлаждения.

С целью повторного использования газовой смеси, прошедшей разрядную камеру, на её выходе установлен водяной теплообменник 7 перекрестного тока.

С целью обеспечения возможности изменения скорости газового потока в РК на входе в неё установлена электромеханическая заглушка 3.

3.2. Система электропитания лазерной установки обеспечивает подачу на электроды РК постоянного напряжения величиной до 2,6 кВ и тока до 30 А. Изменение уровня выводимой мощности CO_2 -лазера обеспечивается в процессе изменения энерговклада в разрядную область, величина которого может варьироваться за счет тиристорного управления.

Электродвигатель вентилятора питается трёхфазным током промышленного номинала 380 В / 50 Гц.

Водяные и масляные насосы системы охлаждения, а также вакуумные насосы работают от напряжения 220 В.

3.3. Система охлаждения предназначена для охлаждения газовой смеси, зеркал резонатора, электродов разрядной камеры, элементов газодинамического контура и вентилятора. Все это обеспечивается за счет водяного охлаждения. Водяное охлаждение лазерной установки – обратное.

Охлаждение балластных сопротивлений катодной системы – масляное. Нагретое масло охлаждается в водяном теплообменнике и вновь подается на охлаждение балластных резисторов.

3.4. Система газообеспечения (СГО) предназначена для откачки ГДК до давлений приблизительно 0,1 мм рт. ст. и его последующего заполнения азотом, гелием и углекислым газом в отношении 1:5:4 и суммарным давлением 40 мм рт. ст. Откачка ГДК осуществляется двумя вакуумными насосами ротационного типа. Наполнение контура осуществляется из стандартных 40-литровых баллонов, содержащих CO_2 , N_2 и He, откачка и заполнение контролируется при помощи мановакуумметра и манометров.

3.5. Управление функционированием элементов лазерной установки осуществляется с помощью стационарного пульта управления (ПУ), а также с панели управления параметрами газового разряда на шкафу системы электропитания.

Задание: ознакомиться с устройством технологического CO_2 -лазера и произвести юстировку резонатора.

Порядок выполнения работы

Юстировка резонатора может быть выполнена как со снятием зеркал (1-й способ), так и без их снятия (2-й способ).

1-й способ. В полном объеме применяется на стадии монтажа оптической схемы. В частичном виде к нему прибегают после смены зеркал. Данный способ позволяет осуществлять юстировку более простым и более точным образом (по сравнению со 2-м способом).

Зеркала резонатора устанавливают в конструктивных отверстиях переднего и заднего блоков резонаторов. Эти отверстия соосны, и их центры совпадают с центрами зеркал. Поэтому в качестве первого шага необходимо через центр отверстий зеркал 1 и 2 (рис. 19) провести луч юстировочного лазера (He-Ne-лазер).

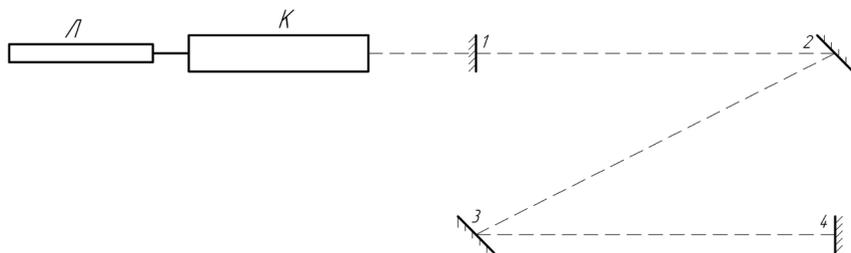


Рис. 19. Схема юстировки:

Л – юстировочный лазер; К – коллиматор; 1, 2, 3, 4 – зеркала резонатора

Центры отверстий 1 и 2 определяются с помощью прозрачных диафрагм с нанесенными на них концентрическими окружностями, размещаемых на месте зеркал, либо с помощью перекрещенных нитей.

После прохождения лазерного луча через центр отверстий 1 и 2 в отверстие 2 устанавливается зеркало. С помощью вертикальных и горизонтальных юстировочных винтов зеркала 2 отраженный от него луч направляется на центр отверстия зеркала 3. Затем устанавливается зеркало 3 и отраженный от него луч направляют в центр отверстия зеркала 4. Установив зеркало 4, луч юстировочного лазера направляют в обратном направлении таким образом, чтобы через центр отверстия 1 проходили как прямой, так и обратный лучи. Тем самым отъюстированными являются зеркала 2, 3 и 4.

Далее в отверстие 1 устанавливается зеркало, луч He-Ne-лазера с сохранением его направления коллимируют таким образом, чтобы расширенный коллиматором пучок имел диаметр больше, чем диаметр зеркала 1. Тогда на поверхностях зеркал 2, 3 и 4 в рассеянном свете через смотровые окна резонатора можно наблюдать световые кольца. При помощи вертикальных и горизонтальных юстировочных винтов зеркала 1 добиваются, чтобы на каждом зеркале кольца были концентрическими. В этом состоянии резонатор считается съюстированным (отъюстированным).

2-й способ. Здесь юстировка проводится без снятия зеркал. Коллимированный пучок, проходя мимо зеркала 1, образует кольцо на поверхности зеркала 2. Центр кольца и центр зеркала 2 совпадают. Далее зеркалом 2 направляют кольцо на зеркало 3 таким образом, чтобы центр кольца совпал с центром зеркала. В отличие от 1-го способа совпадения центров определяется на глаз. С учетом этих отличий все последующие действия аналогичны описанным выше в 1-м способе.

Защита лабораторной работы

Работа считается студентом выполненной и защищенной, если он продемонстрирует уверенные навыки юстировки резонатора по 2-му способу, а также удовлетворительные знания о лазерной установке и ее функционировании.

Вопросы для самопроверки

1. Основные характеристики технологического CO_2 -лазера.
2. Состав, устройство и работа CO_2 -лазера.
3. Способы юстировки резонатора.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Справочник по лазерам. В 2 т. Т. 1 / под ред. А. М. Прохорова. – М. : Сов. радио, 1978. – 504 с.
2. Карлов, Н. В. Лекции по квантовой электронике : учеб. руководство / Н. В. Карлов. – М. : Наука, 1988. – 384 с.
3. Пахомов, И. И. Оптико-электронные квантовые приборы : учеб. пособие для вузов / И. И. Пахомов, О. В. Рожков, В. Н. Рождественский ; под ред. И. И. Пахомова. – М. : Радио и связь, 1982. – 478 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Лабораторная работа № 1. УСТАНОВКА ЛАЗЕРНОЙ МАРКИРОВКИ «КВАНТ-60 РО»	7
Лабораторная работа № 2. ЛАЗЕРНАЯ МАРКИРОВКА.....	13
Лабораторная работа № 3. ЛАЗЕРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ ВНУТРИ ОБЪЕМА СТЕКЛА «ЛАЗЕРАРТ-50U».....	24
Лабораторная работа № 4. СОЗДАНИЕ ПЛОСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ В СТЕКЛЕ	31
Лабораторная работа № 5. СОЗДАНИЕ ОБЪЕМНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ В СТЕКЛЕ	41
Лабораторная работа № 6. ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНЫЙ СО ₂ -ЛАЗЕР. ЮСТИРОВКА РЕЗОНАТОРА	54
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	60

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Составители

АВЕРИН Анатолий Петрович

ШАМАНСКАЯ Елена Леонидовна

Ответственный за выпуск – зав. кафедрой профессор С.М. Аракелян

Подписано в печать 19.10.07.

Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 3,49. Тираж 100 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета.

600000, Владимир, ул. Горького, 87.