

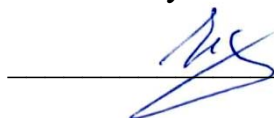
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Политехнический институт
Кафедра «Промышленная автоматика и робототехника»

Утверждено на заседании кафедры
«Промышленная автоматика
и робототехника»
«17» января 2023 г., протокол № 2

И.о. заведующего кафедрой



О.А. Ерзин

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Допечатное оборудование

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки

29.03.03 Технология полиграфического и упаковочного производства

с направленностью (профилем)

Технология полиграфического производства

Формы обучения: *заочная*


Идентификационный номер образовательной программы: 290303-01-23

Тула 2023 год

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
методических указаний по проведению практических занятий
дисциплины (модуля)

Разработчик:

Яковлев Б.С., доцент, канд. техн. наук
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Практическое занятие №1 | |
| Выбор схемы допечатной подготовки издания | 3 |
| Практическое занятие №2 | |
| Расчет общих настроек сканера | 6 |
| Практическое занятие №3 | |
| Технологическая настройка сканера по оригиналу процесса | 9 |
| Практическое занятие №4 | |
| Фотоприемные устройства | 12 |
| Практическое занятие №5 | |
| Расчет характеристик волоконного световода | 16 |
| Практическое занятие №6 | |
| Расчет оптической системы фотонаборного автомата | 20 |
| Практическое занятие №7 | |
| Методика выбора объективов РФА | 26 |
| Практическое занятие №8 | |
| Расчет мощности сушильного устройства для обработки фотоматериалов | 32 |
| Практическое занятие №9 | |
| Выбор металлогалогенной лампы контактно-копировальной установки | 37 |
| Практическое занятие №10 | |
| Расчет раствороподающих систем | 42 |
| Практическое занятие №11 | |
| Расчет оптической схемы лазерного синтезирующего устройства системы рекордера CtP | 49 |

ВЫБОР СХЕМЫ ДОПЕЧАТНОЙ ПОДГОТОВКИ ИЗДАНИЯ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Цель работы: усвоение типологии допечатного оборудования и схемы его использования.

Задачи работы: ознакомление с основными классами допечатного оборудования. Получение основных навыков выбора технологической схемы допечатной подготовки издания.

2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Системы допечатной подготовки изданий, продуктом которых являются печатные формы, в зависимости от вида производимых форм, объема производства и характера печатной продукции достаточно разнообразны. Они отличаются составом, последовательностью и содержанием технологических операций, которые определяются принятой схемой технологического процесса, применяемым оборудованием, программным обеспечением и материалами. На рисунке представлена **обобщенная схема системы допечатной подготовки изданий** с основными вариантами изготовления форм офсетной печати (ФОП), высокой печати (ФВП), флексографской печати (ФФП), глубокой печати (ФГП) и вывода информации непосредственно на печать с помощью цифровой печатной машины.

Технологическое оборудование систем допечатной подготовки изданий по назначению можно разделить на **четыре группы**:

- 1) оборудование для ввода и обработки текстовой и изобразительной информации;**
- 2) оборудование для изготовления фотоформ;**
- 3) оборудование для изготовления печатных форм;**
- 4) оборудование для контроля качества при изготовлении форм.**

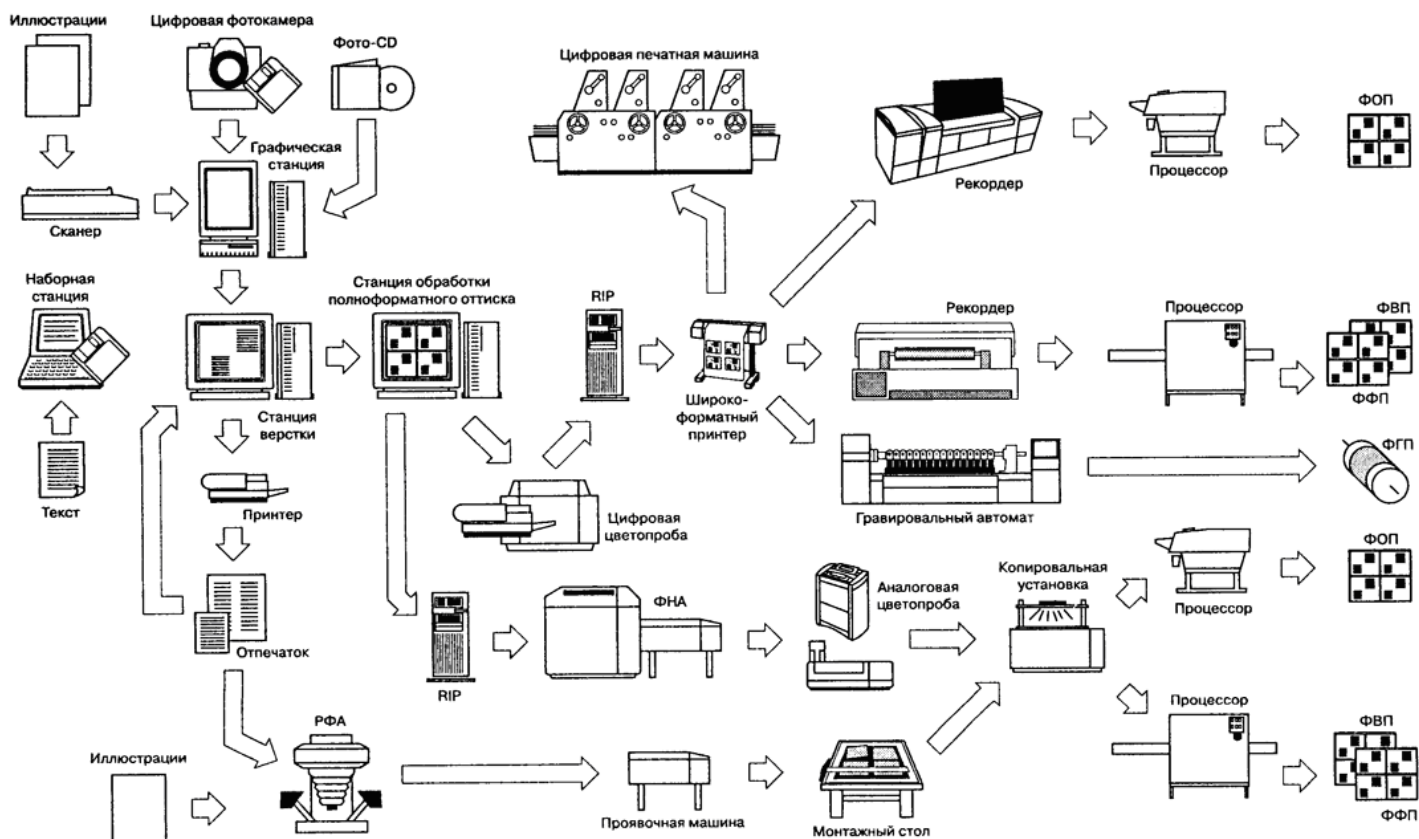


Рисунок 1.1. Обобщенная схема системы допечатной подготовки изданий.

3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ И УПРАЖНЕНИЯ

В качестве практического задания студентам предлагается деловая игра «По пути наименьшего сопротивления».

Студенты разбиваются на несколько команд по 4-5 человек. Каждая команда изначально имеет 100 очков. Каждой группе предлагается выбрать оборудование для полного технологического цикла печати определенного вида издания:

- 1) Художественная литература.
- 2) Техническая литература.
- 3) Открытки.
- 4) Журнал.
- 5) Газета.
- 6) Постеры.

Вид издания определяется по жребию случайным образом. Изначально каждая команда имеет 50 очков. Позднее команда может взять кредит в 25 очков.

Команда может приобрести тот или иной вид оборудования за 10 очков каждый. Вид оборудования также определяется случайным образом (изображение того или иного типа напечатано на листке бумаги, листок вытягивается случайным образом). Задача команды – построение полной схемы репродуцирования данного вида издания. То оборудование, которое команде не подходит может быть либо возвращено, но при этом обратно команда получает только 5 очков, либо перепродано другой команде по договорной цене. За дополнительную плату в 15 очков может быть приобретена лицензия на производство иного вида продукции (таким образом команды могут конкурировать друг с другом).

Команда, которая смогла построить схему со всем необходимым оборудованием получает прибыль – еще 50 очков.

Побеждает та команда, которая к концу игры наберет максимально количество очков.

4. ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Мультимедийный класс, оборудованные проектором и ПК с установленным программным обеспечением не ниже:

- 1) Операционная система Windows XP.
- 2) Редактор презентаций MS PowerPoint.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА.

Исходные данные (вид издания и стартовый набор оборудования), описание изменений вносимых в парк оборудования и финальную схему репродуцирования издания.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Какие виды допечатного оборудования вы знаете?
- 2) Какие виды печатных форм вы знаете?
- 3) Какие способы изготовления печатных форм вы знаете?
- 4) Без каких видов оборудования не обходится процесс производства изданий?

7. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1) Стефанов, С. Допечатные технологии / С. Стефанов. – М.: Репроцентр-М, 2003. – 118с.
- 2) Цыганенко, А.М. Программные средства допечатных процессов: Учеб. пособие для вузов. Кн.3. Программы верстки / А.М. Цыганенко, В.М. Гасов; Моск. гос. ун-т печати. – М.: МГУП, 2000. – 394с.

Практическое занятие №2 (4 часа)
РАСЧЕТ ОБЩИХ НАСТРОЕК СКАНЕРА

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Цель работы: усвоение основных принципов использования сканеров.

Задачи работы: ознакомление с основными параметрами сканеров, выбор типа сканера и настроек сканирования.

2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Основные технологические свойства, которыми характеризуются сканеры следующие:

1) **Разрешение сканера, R .** Это максимальное число пикселей на единицу линейной длины, которое может считать сканер в изображении оригинала. В документации на многие приборы дается 2 разрешения: оптическое и интерполяционное. **Истинное разрешение – оптическое.** Показывает реально считываемое количество пикселей. Интерполяционное разрешение – это функция. Между двумя реально полученными точками расставляются несколько точек, полученных интерполяцией сигнала.

Минимально необходим разрешением при сканировании считается интервал от полутора до двух линиатур (L) репродуцирования.

2) **Динамический диапазон, ΔD .** Это тот интервал оптических плотностей, внутри которого может считывать сканер сигнал изображения. Обычно выражается в единицах оптической плотности, белых. Помимо ΔD обычно указывается D_{\max} , которое может считывать сканер. Значение D_{\max} ограничивает величину диапазона, если значение D_{\min} оригинала очень велико.

3) **Глубина цвета.** Это свойство тесно связано с динамическим диапазоном. Глубина цвета варьируется от 24 до 42. Цифра означает число разрядов квантования на каналы. Амплитудно-цифровой преобразователь характеризует число квантования, то есть обеспечивает видимость сигнала как сплошного. Чем больше

4) Весьма важным является **размер оригинала ($a \times b$)**, который можно разместить на оригиналодержателе и который может быть считан с определенным разрешением.

5) Удобство размещения оригинала в сканере.

6) **Скорость работы сканера.** Довольно сложный параметр. Скорость работы сканера зависит от скорости перемещения движущейся части сканера и от скорости обработки информации, которая была получена в результате сканирования. Скорость считывания информации будет зависеть от скорости перемещения оптической системы, и будет обратно пропорциональна разрешению. Скорость обработки и передачи информации обратно пропорциональна квадрату разрешения. Определяющей работу сканера является та, которая меньше.

Технологическая настройка сканера подразделяется на **общую настройку и настройку сканирования под конкретный процесс и оригинал.**

При общей настройке сканера перед оператором стоит задача: в процессе сканирования верно передать и сохранить градационные, цветовые и резкостные параметры оригинала.

Параметры, по которым анализируется оригинал:

1) Вид подложки. Диктует тип сканера (проходной/отраженный свет);
2) Гибкая или жесткая подложка (барабанный или планшетный сканер);
3) Формат изображения и степень его увеличения (диктует размер сканера и разрешение сканирования);
4) Динамический диапазон (самые светлые и темные точки – оценить оптическую плотность). На основе этого определяется, вписывается ли он в динамический диапазон репродукции.

5) Средний уровень оптической плотности оригинала, то есть, в какой степени сбалансированы света и тени оригинала относительно его сюжета, например, неестественно, если имеем снимок на пляже и он очень темный. Этот анализ может привести к дальнейшей коррекции светлоты.

6) Основная информационная зона оригинала – та градационная зона оригинала, которая придает наибольший интерес с точки зрения семантики оригинала. Например, зимний пейзаж – наиболее важной зоной являются света изображения. Основной задачей при сканировании является сохранение градационных свойств именно в этой зоне.

3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ И УПРАЖНЕНИЯ

В качестве практического задания студентам предлагается деловая игра «Старая фотография».

Студенты разбиваются на несколько команд по 4-5 человек. Каждой команде выдается набор из 4 фотографий, трудных для репродуцирования в целом и для сканирования в частности. Задача команды – выбрать наиболее подходящий сканер из предложенных для сканирования всех фотографий набора и последующего их воспроизведения на мелованной бумаге с линиатурой 150lpi.

| Модель | Тип | R_{\max} , dpi | ΔD , бел | D_{\max} , бел | Глубина цвета, бит | Размер рабочей области, мм | Скорость работы |
|---------------------------------------|------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| ICG 330-I | барабанный | 4000 | 4 | 4 | 16 | 476 x 232 | 1500 об/мин |
| Epson Perfection V33 | планшетный | 4800 | 3,2 | 3,2 | 48 | 216 x 297 | 15 мм/с |
| Epson GT- S50N | протяжной | 600 | 2,4 | 2,4 | 24 | 216x914 | 12 мм/с |
| Canon CanoScan LiDE 110 | планшетный | 2400 | 2,4 | 2,4 | 48 | 216 x 29 | 20 мм/с |
| ICG 370 HS | барабанный | 12000 | 4 | 4 | 16 | 476 x 320 | 1800 об/мин |
| Epson Sheet feed Scanner GT-S85 | протяжной | 600 | 2,4 | 2,4 | 24 | 216 x 914 | 10 мм/с |
| IMACON FlexTight 2848 | барабанный | 6800 | 3,2 | 3,2 | 16 | 297 x 420 | 1200 об/мин |

Побеждает та команда, которая раньше все корректно выполнит задание.

4. ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Мультимедийный класс, оборудованные проектором и ПК с установленным программным обеспечением не ниже:

- 1) Операционная система Windows XP.
- 2) Редактор презентаций MS PowerPoint.
- 3) Планшетный сканер TOSHIBA e-studio 166 Издательства ТулГУ.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА.

Таблицу анализа параметров оригиналов и подходящих для сканирования моделей.

| № оригинала | ΔD | D_{\min} | D_{\max} | R | $a \times b$ | Подходящие модели |
|-------------|------------|------------|------------|-----|--------------|-------------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Какие технологические параметры сканеров вы знаете?
- 2) В чем разница между оптическим и интерполяционным разрешением?
- 3) Что такое динамический диапазон?
- 4) Какие параметры оригинала оцениваются перед выбором параметров сканирования?

7. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1) Стефанов, С. Допечатные технологии / С.Стефанов. – М.: Репроцентр-М, 2003. – 118с.
- 2) Цыганенко, А.М. Программные средства допечатных процессов: Учеб. пособие для вузов. Кн.3. Программы верстки / А.М. Цыганенко, В.М. Гасов; Моск. гос. ун-т печати. – М.: МГУП, 2000. – 394с.

Практическое занятие №3 (4 часа)
**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ НАСТРОЙКА СКАНЕРА
ПО ОРИГИНАЛУ ПРОЦЕССА**

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Цель работы: усвоение основных принципов технологической настройки сканеров по оригиналу процесса.

Задачи работы: определить разрешение сканирования, согласовать динамический диапазон оригинала и сканера, перенастроить черную и белую точки.

2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Разрешающую способность принято определять по формуле:

$$R = LmQ, \quad (3.1)$$

где L – линиятура растра, с которой будет воспроизведено изображение; m – масштаб воспроизведения; Q – коэффициент качества.

Суть формулирования формулы заключается в том, что любой элемент в оригинале соответственно будет отображать некоторый элемент в изображении. Если масштаб равен 1, то эти элементы в оригинале и репродукции будут равны между собой. В принципе размер элемента в оригинале можно выбрать произвольно, но в репродукции он не произволен, то есть он равен растровому элементу, с которым будет воспроизводиться изображение, то есть он равен линиятуре полиграфического растра, который будет применяться. Только в пределах этого элемента мы формируем растровую точку, размер которой будет определяться оптической плотностью или сигналом оригинала. Максимальная разрешающая способность используется в случае максимальных увеличений.

Если динамический диапазон оригинала больше динамического диапазона сканера, часть тонов не будет считываться.

Если динамический диапазон оригинала меньше динамического диапазона сканера, и они не согласованы, то есть, не произведены правильные установки черной и белой точек, то часть динамического диапазона сканера не будет использоваться, следовательно, для воспроизведения этого оригинала не будут использоваться все разряды квантования, которое может обеспечить данный сканер. Это приводит к более грубому квантованию оригинала, что может стать заметным в процессе дальнейшей обработки изображения, то есть, возможно проявление эффекта пастеризации (появление следов квантования). Максимальное использование динамического диапазона и оптимальное квантование происходит при согласовании динамических диапазонов.

В современных сканерах согласование динамических диапазонов сканера и оригинала обычно происходит в автоматическом режиме. Для этого предварительно строят гистограммы изображения, по ним находят черную и белую точки и к этим точкам привязывают динамический диапазон сканера. Однако, в некоторых случаях такой автоматический метод согласования динамических диапазонов может привести к ошибочным результатам вследствие того, что сканер за черную и белую точки изображения может принять некоторые дефектные точки, например, царапины, грязь или точки, расположенные вне поля изображения.

Кроме того, в некоторых случаях целесообразно вручную перенастроить черную и белую точки, задав в качестве таких точек реально значимые участки гистограммы.



Рисунок 3.1. Ручная перенормировка точек гистограммы.

Такая ручная перенормировка обычно возможна в современном программном обеспечении.

Объем информации, который получается при сканировании:

$$V = abR^2kn \text{ (байт)}, \quad (3.2)$$

где a, b – линейные размеры ширины и высоты изображения, k – число каналов, n – число разрядов квантования в каждом канале, kn – глубина цвета.

3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ И УПРАЖНЕНИЯ

В качестве практического задания студентам предлагается деловая игра «Старая фотография».

Студенты разбиваются на несколько команд по 4-5 человек. Каждой команде выдается набор из 4 фотографий, трудных для репродуцирования в целом и для сканирования в частности, а также случайным образом выбранная модель сканера. Задача команды – выбрать оптимальные параметры сканирования каждого из образцов – разрешение сканирования, глубину цвета, способ согласования динамических диапазонов оригинала и сканера, с тем, чтобы результат занимал как можно меньший объем памяти.

| Модель | Тип | R_{\max} , dpi | ΔD , бел | D_{\max} , бел | Глубина цвета, бит | Размер рабочей области, мм | Скорость работы |
|---------------------------------|------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|----------------------------|-----------------|
| ICG 330-I | барабанный | 4000 | 4 | 4 | 16 | 476 x 232 | 1500 об/мин |
| Epson Perfection V33 | планшетный | 4800 | 3,2 | 3,2 | 48 | 216 x 297 | 15 мм/с |
| Canon CanoScan LiDE 110 | планшетный | 2400 | 2,4 | 2,4 | 48 | 216 x 29 | 20 мм/с |
| ICG 370 HS | барабанный | 12000 | 4 | 4 | 16 | 476 x 320 | 1800 об/мин |
| Epson Sheet feed Scanner GT-S85 | протяжной | 600 | 2,4 | 2,4 | 24 | 216 x 914 | 10 мм/с |
| IMACON FlexTight 2848 | барабанный | 6800 | 3,2 | 3,2 | 16 | 297 x 420 | 1200 об/мин |

Побеждает та команда, которая раньше все корректно выполнит задание.

4. ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Мультимедийный класс, оборудованные проектором и ПК с установленным программным обеспечением не ниже:

- 1) Операционная система Windows XP.
- 2) Редактор презентаций MS PowerPoint.
- 3) Макет планшетного сканера.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА.

Расчет разрешения сканирования и схему согласования гистограмм оригинала и сканера, а так же расчет объема занимаемой памяти для каждого образца.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Как рассчитать разрешение, потребное для сканирования?
- 2) Как согласовываются динамические диапазоны оригинала и сканера?
- 3) Для чего и в каких случаях используется ручное переназначение черной и белой точек?
- 4) Как рассчитать объем памяти, который изображение займет в памяти ПК?

7. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1) Стефанов, С. Допечатные технологии / С.Стефанов.- М. : Репроцентр-М, 2003.- 118с.
- 2) Цыганенко, А.М. Программные средства допечатных процессов: Учеб. пособие для вузов. Кн.3. Программы верстки / А.М. Цыганенко, В.М. Гасов; Моск. гос. ун-т печати.- М.: МГУП, 2000.- 394с.

Практическое занятие №4 (4 часа)
ФОТОПРИЕМНЫЕ УСТРОЙСТВА

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Цель работы: ознакомление с принципом действия фотоэлектронных приборов.

Задачи работы: изучить устройство, назначение, условные обозначения характеристики и параметры фотоэлектронных приборов.

2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Фотоэлектрическими приборами называют преобразователи лучистой энергии, благодаря которой изменяются электрические свойства вещества, образующего данный прибор.

Эти приборы делятся на два типа: с внешним и внутренним фотоэффектом.

К приборам с внешним фотоэффектом относится фотоэлемент, к приборам с внутренним фотоэффектом – фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы, фототиристоры.

Фотоэлементами с внешним фотоэффектом называются электронные приборы, работа которых основана на явлении фотоэлектронной эмиссии с катода.

Интегральная чувствительность k электронных фотоэлементов с кислородно-цезиевым катодом составляет 20–60 мкА/лм, с сурьмяно-цезиевым – 80–180 мкА/лм.

Для правильной эксплуатации фотоэлементов необходимо знать их спектральные характеристики, которые показаны на рис. 4.1.

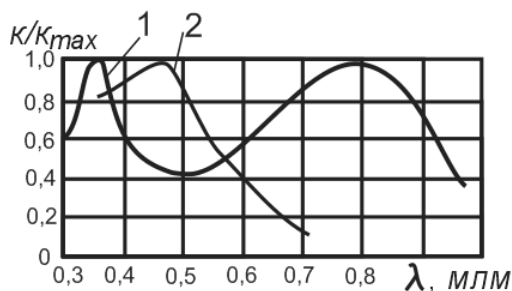


Рисунок 4.1. Спектральные характеристики.

Вольт-амперные характеристики, приведенные на рис. 4.2, дают возможность судить о зависимости фототока I_{ϕ} от анодного напряжения U_a при различных значениях светового потока Φ . Видно, что в режиме насыщения фототок не зависит от анодного напряжения. Этот режим и является рабочим.

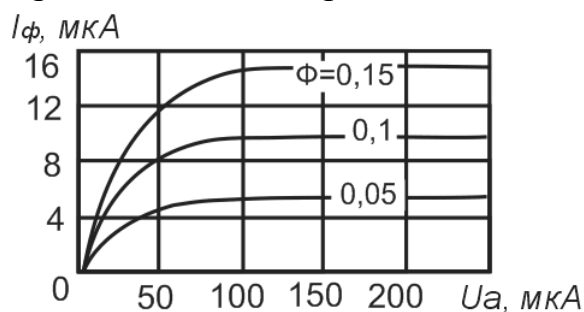


Рисунок 4.2. Вольт-амперные характеристики.

Фоторезисторы – приборы, принцип действия которых основан на фоторезистивном эффекте – изменении сопротивления полупроводникового материала под действием электромагнитного излучения.

При отсутствии светового потока по цепи проходит так называемый **темновой ток**, обусловленный собственной проводимостью полупроводника. Этот ток весьма мал, и его значение определяется темновым сопротивлением R_m , имеющим широкий диапазон значений: 10^2 – 10^{10} Ом. Наибольшее значение I_m имеют фоторезисторы, выполненные из сернистого кадмия.

При освещении фоторезистора в нем возникают дополнительные свободные электрические заряды – электроны и дырки, в результате чего ток в цепи возрастает.

Разность между световым током $I_{св}$ и темновым током I_m называется фототоком:

$$I_{\phi} = I_{св} - I_m. \quad (4.1)$$

Зависимость фототока I_{ϕ} от лучистого потока Φ иллюстрируется **энергетической характеристикой** (рис. 4.3.). Нелинейность этой характеристики является недостатком фоторезисторов.

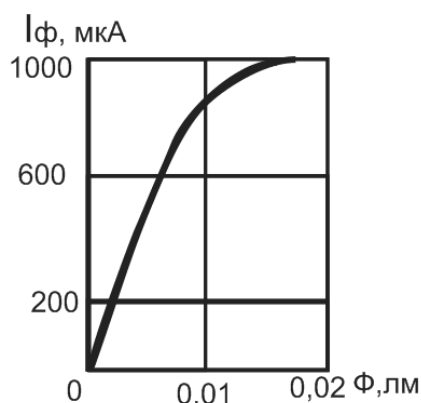


Рисунок 4.3. Энергетическая характеристика фоторезистора.

Значения фототока сильно зависят от спектрального состава светового потока. Эта зависимость видна из **спектральной характеристики**, фоторезистора, выполненного из сульфида кадмия, которая представлена на рис. 4.4 (где $I_{\phi \max}$ фототок, соответствующий максимуму спектральной чувствительности). Интегральная чувствительность фоторезисторов на два порядка выше, чем электронных фотоэлементов.

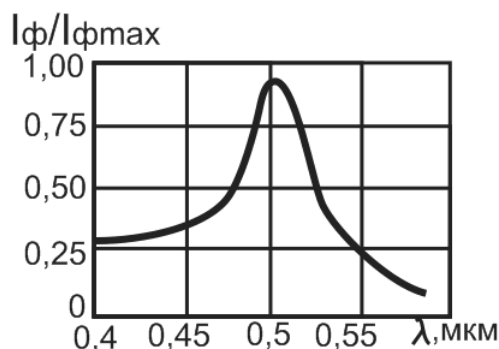


Рисунок 4.4. Спектральная характеристика фоторезистора, выполненного из сульфида кадмия.

Удельная чувствительность фоторезистора:

$$K_0 = \frac{I_\Phi}{\Phi U}. \quad (4.2)$$

Интегральная чувствительность фоторезистора:

$$K_\phi = \frac{I_\Phi}{\Phi}. \quad (4.3)$$

Важным параметром фоторезисторов является пороговый световой поток Φ_n – минимальный поток излучения, который вызывает появление в цепи фоторезистора электрического напряжения, превышающего в 2–3 раза шумовое напряжение.

Существенным недостатком фоторезистора является большая инерционность, обусловленная значительным временем генерации и рекомбинации электронов и дырок при изменении освещенности фоторезистора.

Более быстродействующими приборами по сравнению с фоторезисторами являются **фотодиоды**. Они работают на частотах 10^7 – 10^{10} Гц.

Интегральная чувствительность фотодиода:

$$K_\phi = \frac{I_\partial}{\Phi}, \quad (4.4)$$

где I_∂ – фототок диода, мкА; Φ – световой поток, лм.

Фоторезисторы обозначают буквами ФС или СФ, затем следуют буква и цифра, которые определяют состав и конструктивное оформление: А-РЬ; К-CdS, Г – герметизированный корпус. Например, ФСК – Г1 обозначает фоторезистор из сернистого кадмия в герметизированном корпусе.

3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ И УПРАЖНЕНИЯ

В качестве практического задания студентам предлагается рассмотреть следующую ситуацию: световой поток Φ_0 , определенной величины падает на ступенчатую тоновую шкалу с числом ступеней n . Оптическая плотность первого поля $D_1=0$ бел, оптическая плотность последнего поля $D_n=2,4$ бел. Оптическая плотность определяется как логарифм отношения светового потока упавшего к световому потоку отраженному.

Требуется построить энергетическую характеристику $I_\phi = f(\Phi)$ фоторецептора сканирующего устройства с определенно интегральной чувствительностью (нормировать график по темновому току).

| № варианта | Φ_0 , лм | n | K_ϕ , мкА/ лм | № варианта | Φ_0 , лм | n | K_ϕ , мкА/ лм |
|---------------|---------------|-----|-----------------------|---------------|---------------|-----|-----------------------|
| 1 | 1 | 10 | 300 | 11 | 1 | 12 | 750 |
| 2 | 1,5 | 12 | 500 | 12 | 1,5 | 14 | 240 |
| 3 | 2 | 15 | 450 | 13 | 2 | 10 | 350 |
| 4 | 2,5 | 16 | 600 | 14 | 2,5 | 16 | 470 |
| 5 | 3 | 14 | 800 | 15 | 3 | 15 | 550 |
| 6 | 3,5 | 20 | 750 | 16 | 3,5 | 18 | 300 |
| 7 | 4 | 8 | 240 | 17 | 4 | 12 | 500 |
| 8 | 4,5 | 12 | 350 | 18 | 4,5 | 14 | 450 |
| 9 | 5 | 10 | 470 | 19 | 5 | 16 | 600 |
| 10 | 7 | 12 | 550 | 20 | 7 | 15 | 800 |

4. ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Мультимедийный класс, оборудованные проектором и ПК с установленным программным обеспечением не ниже:

- 1) Операционная система Windows XP
- 2) Редактор презентаций MS PowerPoint.
- 3) Макет фотодиода марки ФД-288 (ТУ 3-1176-86).

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА.

График энергетической характеристики $I_{\phi} = f(\Phi)$ фоторецептора сканирующего устройства с определено интегральной чувствительностью, нормированный по темновому току)

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Назовите области применения фотоэлектронных приборов.
- 2) Какие виды фотоэлектрических приборов вы знаете?
- 3) Чем ограничивается чувствительность фотоэлектронных приборов?
- 4) Чем отличаются фотоэлемент и фоторезистор?
- 5) Что вы понимаете под спектральной характеристикой фоторезистора?

7. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1) Стефанов, С. Допечатные технологии / С.Стефанов .- М. : Репроцентр-М, 2003.- 118с.
- 2) Цыганенко, А.М. Программные средства допечатных процессов : Учеб.пособие для вузов. Кн.3. Программы верстки / А.М.Цыганенко, В.М.Гасов; Моск.гос.ун-т печати.- М. : МГУП, 2000 .- 394с.

РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЛОКОННОГО СВЕТОВОДА

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Цель работы: ознакомление с основными факторами световых потерь в волоконных световодах.

Задачи работы: рассчитать потери поглощения, рассеивания и потери на изгибы в волоконном световоде.

2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Волоконные световоды находят применение в фотонаборных автоматах, сканерах, денситометрах и другом оборудовании. Они позволяют **передавать световую энергию на большие расстояния по криволинейному пути без значительных потерь** (рис. 5.1. б). Волоконные световоды представляют собой жгуты, состоящие из большого числа гибких стеклянных волокон (рис. 5.1. а) диаметром менее 30 мкм (рис. 5.1. в). Каждое волокно покрыто тонким (2 мкм) слоем, который отражает попадающий в него изнутри волокна свет и не дает ему проникать в соседние волокна. Свет распространяется по волокну за счет многократных отражений от внутренних стенок. Жгуты световодов имеют круглое или квадратное сечение. Волоконные световоды с нерегулярной укладкой волокон используют для передачи световых излучений, а с регулярной - для передачи изображения.

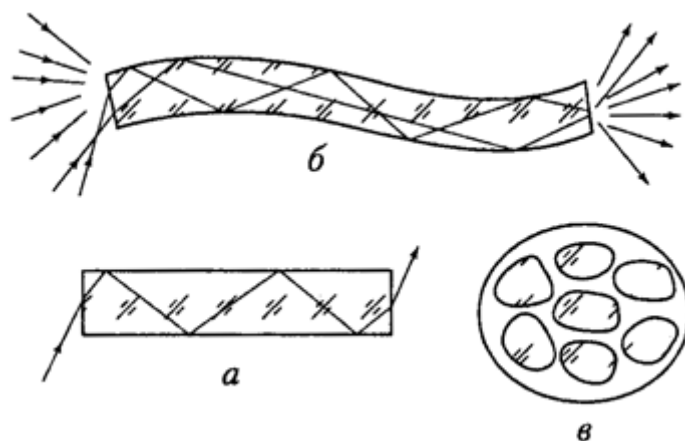


Рисунок 5.1. Волоконные световоды:

а - многократное внутреннее отражение света в волокне световода; б - прохождение света через изогнутое волокно; в - сечение жгута волоконного световода.

Основными оптическими характеристиками световода с регулярной укладкой волокон являются:

- коэффициент пропускания;
- числовая апертура;
- разрешающая способность
- контраст передаваемого изображения.

Апертура - характеристика оптического прибора, описывающая его способность собирать свет и противостоять дифракционному размытию деталей изображения. В зависимости от типа оптической системы эта характеристика может быть линейным или угловым размером.

Свет из среды с показателем преломления n_1 попадает в волокно с показателем n (рис. 5.2) и испытывает полное внутреннее отражение на границе с оболочкой, имеющей показатель преломления n_0 . Таким образом свет, последовательно отражаясь в точках C_1 и C_2 и т.д., выходит с противоположной стороны световода.

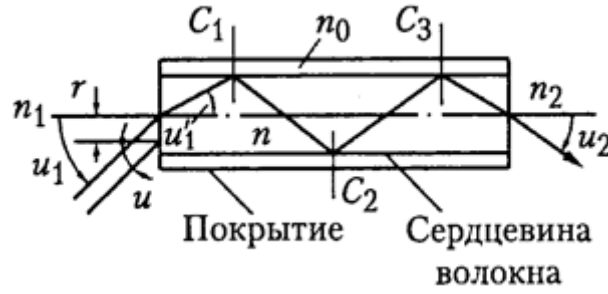


Рисунок 5.2. Ход лучей в прямом волокне с покрытием и прямыми торцами.

Рассмотрим распространение света в волокне. Для того чтобы луч распространялся вдоль световода, он должен входить в него под углом не более некоторого критического относительно оси волокна, то есть попадать в воображаемый входной конус. Синус этого критического угла называется числовой апертурой световода и определяется через абсолютные показатели преломления слоев.

Прямое волокно с прямыми торцами. На основании теоремы Штраубеля из рис. 6.2 для прямого волокна с прямыми торцами получаем:

$$n_1 \sin u_1 = n \sin u' = n_2 \sin u_2 = \sqrt{n^2 - n_0^2}. \quad (5.1)$$

По аналогии с линзовой оптикой произведение $n_1 \sin u_1$, называется числовой апертурой волокна и обозначается буквой A . Для волокна в воздухе имеем ($n_1 = n_2 = 1$)

$$A = \sin u_1 = \sin u_2 = \sqrt{n^2 - n_0^2}. \quad (5.2)$$

т.е. углы u_1 и u_2 на входе и выходе волокна равны. Если для среды на выходе $n_2 < n_1$, то возможно явление полного внутреннего отражения от выходного торца.

При $\sin u_2 = 1$ получаем $n_2 = \sqrt{n^2 - n_0^2}$. Если $n_2 < \sqrt{n^2 - n_0^2}$, то имеют место потери, которые вызываются возвращением части лучей при отражении от выходного торца. Известно, что

$$\sin u = \sqrt{\frac{n^2 - n_0^2}{1 - r^2}}, \quad (5.3)$$

где r - расстояние луча от оси прямого цилиндрического световода с радиусом, равным единице.

Из последней формулы следует, что периферийные участки световодов пропускают пучки лучей большей апертуры. Коэффициент пропускания световодов при апертурном угле и с учетом краевого эффекта будет:

$$\tau = \frac{1}{\pi \sin^2 u} \int_0^{u_2} \cos u du + \frac{2}{\pi^2 \sin^2 u} \int_{u_0}^u (\arccos r_k - r_k \sqrt{1 - r_k^2}) \cos u du \quad (5.4)$$

Где $r_k = \frac{\sqrt{\sin^2 u - \sin^2 u_0}}{\sin u}$, u_0 - критический апертурный и угол пучка лучей в воздухе.

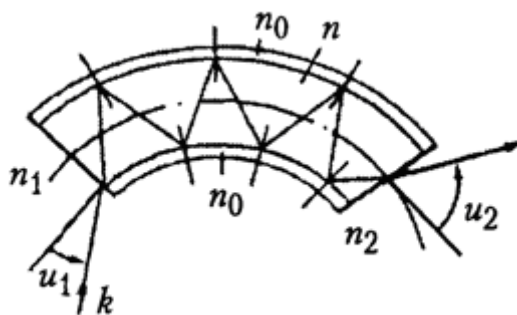


Рисунок 5.3. Ход лучей в изогнутом волокне.

Изогнутое волокно. Луч k (рис. 6.3. б) определяет апертуру пучка лучей, проходящих через световод без виньетирования. При радиусе кривизны волокна R в воздухе ($n_1 = n_2 = 1$)

$$\sin u_1 = \sqrt{n^2 - \left(\frac{R+1}{R-1}\right)^2 n_0^2}, \quad (5.6)$$

т.е. для изогнутого световода значение числовой апертуры меньше, чем для прямых волокон.

3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ И УПРАЖНЕНИЯ

В качестве практического задания студентам предлагается рассмотреть следующую ситуацию: три волоконных световода – прямой и 2 изогнутых, с разными радиусами изгиба находятся в воздухе. Требуется определить апертуру каждого из них и выяснить, в каком случае апертура будет минимальной.

| № варианта | коэффициент преломления сердечника | коэффициент преломления оболочки | Радиусы изгиба, м | № варианта | коэффициент преломления сердечника | коэффициент преломления оболочки | Радиусы изгиба, м |
|------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------|------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------|
| 1 | 1,46 | 1,4584 | 1,5; 2 | 11 | 1,53 | 1,4584 | 1,5; 2 |
| 2 | 1,6 | 1,4584 | 1; 1,3 | 12 | 2,406 | 1,4584 | 1; 1,3 |
| 3 | 2,481 | 1,4584 | 1,4; 1,8 | 13 | 1,6 | 1,4584 | 1,4; 1,8 |
| 4 | 2,406 | 1,4584 | 1,8,2,3 | 14 | 2,481 | 1,4584 | 1,8,2,3 |
| 5 | 1,53 | 1,4584 | 1,2; 0,8 | 15 | 1,46 | 1,4584 | 1,2; 0,8 |
| 6 | 1,46 | 1,4584 | 0,7; 1,3 | 16 | 1,53 | 1,4584 | 0,7; 1,3 |
| 7 | 1,6 | 1,4584 | 0,5; 1,2 | 17 | 2,406 | 1,4584 | 0,5; 1,2 |
| 8 | 2,481 | 1,4584 | 1; 1,5 | 18 | 1,6 | 1,4584 | 1; 1,5 |
| 9 | 2,406 | 1,4584 | 1,2; 1,4 | 19 | 2,481 | 1,4584 | 1,2; 1,4 |
| 10 | 1,53 | 1,4584 | 1,5; 0,9 | 20 | 1,46 | 1,4584 | 1,5; 0,9 |

4. ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Мультимедийный класс, оборудованные проектором и ПК с установленным программным обеспечением не ниже:

- 1) Операционная система Windows XP.
- 2) Редактор презентаций MS PowerPoint.
- 3) Макет волоконного световода с прямыми торцами.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА.

Расчет апертуры прямого и двух изогнутых волоконных световодов и вывод о том, в каких случаях апертура меньше, а в каких больше.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Для чего используются волоконные световоды?
- 2) Что такое апертура?
- 3) Как определить апертуру прямого световода?
- 4) Как определить апертуру изогнутого световода?

7. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1) Стефанов, С. Допечатные технологии / С.Стефанов.- М.: Репроцентр-М, 2003.- 118с.
- 2) Цыганенко, А.М. Программные средства допечатных процессов: Учеб.пособие для вузов. Кн.3. Программы верстки / А.М.Цыганенко, В.М.Гасов; Моск. гос. ун-т печати. - М.: МГУП, 2000.- 394с.

РАСЧЕТ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ФОТОНАБОРНОГО АВТОМАТА

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Цель работы: ознакомление с методами формирования растровых точек.

Задачи работы: рассчитать радиус кружка Эри в максимуме освещенности, определить разрешающую способность идеальной системы, определить разрешающую способность реальной системы.

2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Для записи штриховых или полутоновых иллюстраций, в том числе и с помощью фотонаборного автомата, их изображения должны быть предварительно преобразованы в растровую форму. В цифровых выводных устройствах растровые точки представляют собой совокупность микроточек, размер которых равен диаметру сканирующего пятна, то есть диаметру пятна, которое экспонируется лазером.

Обычно растровые точки полутонового изображения представляют в виде так называемых суперъячеек, состоящих из $n \times n$ микроточек.

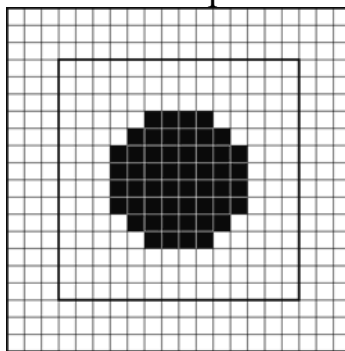


Рисунок 6.1. Растровая ячейка из 196 точек экспонирования, расположенная под углом 0° с площадью заполнения 52 точки.

Значение оптической плотности, передаваемой растровой точкой, определяется процентом заполнения суперъячейки микроточками. При этом возможно воспроизведение n^2 градаций серого. На рис. 6.1 представлена растровая точка с 25% заполнением суперъячейки при амплитудно-модулированном (рис. 6.2, а) и частотно-модулированном растривании (рис. 6.2, б).

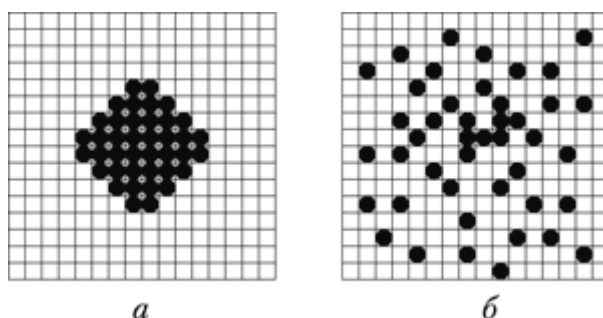


Рисунок 6.2. Растровая точка с 25% заполнением: а – при амплитудно-модулированном растривании; б – при частотно-модулированном растривании.

Для воспроизведения на выводном устройстве изображения отдельной полосы издания или полноформатного оттиска на фотоматериале или формном материале цифровую информацию о шрифтовых знаках и иллюстрациях, содержащихся в полосе, необходимо преобразовать в матрицу экспонирования, которая представляет собой массив данных из нулей и единиц, сформированных в виде математической матрицы. При этом число столбцов и строк матриц определяется горизонтальным l и вертикальным h форматами, а также разрешением R выводного устройства и соответственно равно lR и hR . Нули и единицы, которые служат элементами матрицы, характеризуют наличие (1) или отсутствие (0) изображения микроточек.

Чем выше разрешающая способность экспонирующего устройства, тем больше можно воспроизвести градаций серого для заданной линиатуры раstra. Малая разрешающая способность в сочетании с высокой линиатурой раstra приводит к уменьшению градаций серого.

Важной характеристикой растровой точки является ее геометрическая форма, которая влияет на такие характеристики, как растискивание краски и минимальный процент растровой точки, поддающейся копированию на форму.

Под разрешением выводного устройства (разрешающей способностью) понимается количество точек, воспроизводимых лазерным лучом, на единицу длины (обычно на дюйм) фотоматериала (рис. 6.3).

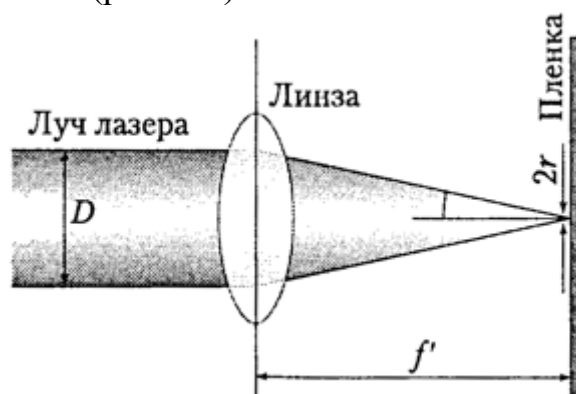


Рисунок 6.3. Схема фокусировки лазерного луча в ФНА.

При лазерном экспонировании, из-за дифракции изображение светящейся точки через идеальную оптическую систему будет иметь вид светлого пятна, окруженного чередующимися светлыми и темными концентрическими кольцами со следующим распределением энергии: центральное пятно - 83,78%; первое светлое кольцо - 7,22%; второе - 2,77%; третье - 1,46%; четвертое - 0,91%; все остальные светлые кольца - 3,86%.

Освещенность дифракционного изображения точки на оси показана на рис. 6.4.

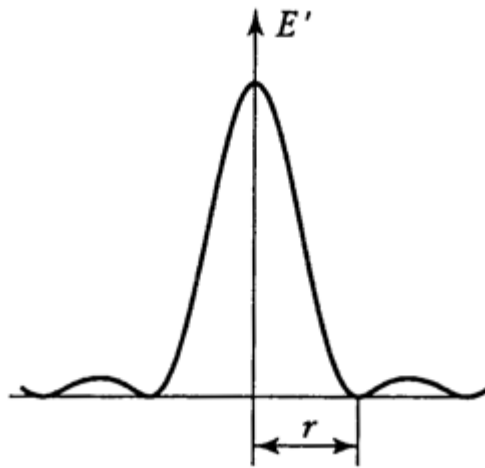


Рисунок 6.4. Распределение световой энергии в дифракционном изображении светящейся точки.

Если принять максимум освещенности центрального пятна за 100, то максимум освещенности колец будет равен: первого - 1,75; второго - 0,42; третьего - 0,16; четвертого - 0,078. Поэтому при наблюдении дифракционного изображения точки четвертое и последующие светлые кольца становятся незаметными.

Кружок, ограниченный кольцом первого минимума освещенности в дифракционном изображении точки, называют кружком Эри. Радиус кружка Эри определяют по формуле:

$$r = \frac{1,22 \lambda f'}{2D}, \quad (6.1)$$

где λ - длина световой волны; f' - фокусное расстояние оптической системы; D - диаметр входного отверстия оптической системы.

Разрешающую способность идеальной системы определяют расстоянием между точками, центры дифракционных изображений которых находятся на расстоянии, равном радиусу кружка Эри (рис. 6.5), где освещенность промежутка в сравнении с освещенностью центров составляет 0,74, т.е. контраст изображения

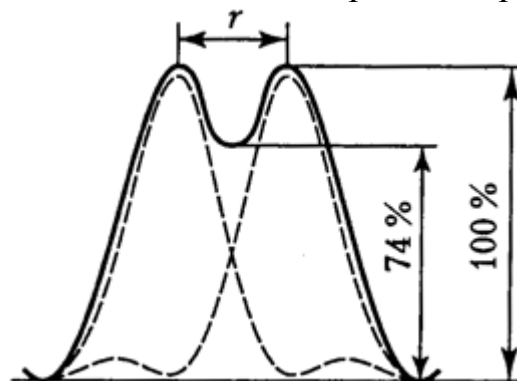


Рисунок 6.5. Определение расстояния между соседними экспонируемыми точками.

Практически удобнее разрешающую способность R определять не расстоянием между точками, а количеством этих точек, приходящихся на единицу длины, т.е.

$$R = \frac{1}{r} \text{ dpi}. \quad (6.2)$$

Поскольку запись лазерным лучом связана с синхронизацией движения либо пленки, либо развертки луча, разрешающая способность не может плавно изменяться.

Все ФНА имеют несколько фиксированных значений разрешающей способности. Эти фиксированные значения производители фотонаборных автоматов делают приблизительно одинаковыми, поскольку они должны удовлетворять требованиям теории растривания. Вот наиболее часто встречающиеся значения: 1270, 1693, 2032, 2540, 3387, 4064, 5080 dpi. Используются и другие значения разрешения, например 1210, 1372, 2400, 2438 и т.д. Разрешение во многом определяется конструкцией сканирующей и оптической систем, применяемым лазером и программным обеспечением. Использование специальных алгоритмов растривания и различных программно-аппаратных усовершенствований, предлагаемых производителями, во многих случаях позволяет обеспечить достаточно хорошее качество при разрешении 2400 dpi. Разрешение выше 2400 dpi позволяет достичь высокого результата при более высоких линиятурах раstra, которые во многих странах считаются стандартом.

Диапазон допустимых линиятур, как правило, жестко связан с разрешением - если разрешение составляет R dpi, то линиятура раstra

$$L = R / n, \quad (6.3)$$

Где n - размер суперъячейки. Исключения возможны в случае чрезмерного увеличения линиятуры за счет использования «запланированной нелинейности» или при ограничении допустимой линиятуры.

Практически требования к линиятуре определяются характером печатной продукции.

Таблица 6.1.

Стандартны величины линиятур для различных типов бумаги.

| Линий на дюйм, lpi | Эквивалент, линий на см, lps | Тип бумаги |
|--------------------|------------------------------|--|
| 85 | 34 | газетная |
| 100 | 40 | газетная бумага машинной гладкости |
| 120 | 48 | машинной гладкости с матовым покрытием |
| 133 | 54 | машинной гладкости с матовым покрытием для художественных работ, офсетная бумага |
| 150 | 60 | матовая с покрытием для художественных работ, качественная офсетная, мелованная бумага |
| 175 | 70 | для художественных работ, мелованная бумага |
| 200 | 80 | для художественных работ, высококачественные сорта мелованной бумаги |

3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ И УПРАЖНЕНИЯ

В качестве практического задания студентам предлагается рассмотреть процесс растеризации и экспонирования. Определив по таблице рекомендуемую линиятуру для конкретного типа бумаги, и зная размер суперъячейки следует нарисовать в сетке ячейки несколько произвольного размера растровых точек, рассмотреть их и сделать вывод о том, как размер точки и количество использованных микроточек влияет на оптическую плотность.

Далее, зная линиятуру и размер суперъячейки, следует определить разрешение выводного устройства и рассчитать фокусное расстояние ФНА.

| № варианта | Тип бумаги | Размер суперъязычки | Диаметр лазерного луча, мкм | Длина волны лазерного луча, нм |
|---------------|--|------------------------|-----------------------------------|---|
| 1 | газетная | 10 | 20 | 650 |
| 2 | газетная, машинной гладкости | 16 | 30 | 499 |
| 3 | машинной гладкости, матовая | 8 | 40 | 633 |
| 4 | машинной гладкости для художественных работ | 14 | 50 | 670 |
| 5 | матовая с покрытием | 12 | 40 | 632 |
| 6 | офсетная мелованная | 10 | 30 | 650 |
| 7 | для художественных работ | 16 | 20 | 499 |
| 8 | газетная | 8 | 30 | 633 |
| 9 | газетная, машинной гладкости | 14 | 40 | 670 |
| 10 | машинной гладкости, матовая | 12 | 50 | 632 |
| 11 | машинной гладкости для художественных работ | 10 | 40 | 650 |
| 12 | матовая с покрытием | 16 | 30 | 499 |
| 13 | офсетная мелованная | 8 | 20 | 633 |
| 14 | для художественных работ | 14 | 30 | 670 |
| 15 | газетная | 12 | 40 | 632 |
| 16 | газетная, машинной гладкости | 10 | 50 | 650 |
| 17 | машинной гладкости, матовая | 16 | 40 | 499 |
| 18 | машинной гладкости для художественных работ | 8 | 30 | 633 |
| 19 | матовая с покрытием | 14 | 20 | 670 |
| 20 | газетная | 12 | 30 | 632 |

4. ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Мультимедийный класс, оборудованные проектором и ПК с установленным программным обеспечением не ниже:

- 1) Операционная система Windows XP;
- 2) Редактор презентаций MS PowerPoint.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА.

Схемы формирования растровых точек в суперъязычке заданного размера и расчет фокусного расстояния оптической системы лазерного фотонаборного автомата.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Что такое суперъязычка?
- 2) Чем отличаются растровые точки от микроточек?
- 3) Какие формы растровых точек вы знаете?
- 4) Что такой кружок Эри?
- 5) Как определяется линиатура, с которой нужно растривать изображения?

7. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1) Стефанов, С. Допечатные технологии / С.Стефанов.- М.: Репроцентр-М, 2003.- 118с.

2) Цыганенко, А.М. Программные средства допечатных процессов: Учеб. пособие для вузов. Кн.3. Программы верстки / А.М.Цыганенко, В.М.Гасов; Моск. гос. ун-т печати.- М.: МГУП, 2000.- 394с.

Практическое занятие №7 (4 часа)
МЕТОДИКА ВЫБОРА ОБЪЕКТИВОВ РФА

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Цель работы: усвоение принципов выбора объективов для заданных диапазонов масштаба и параметров РФА; получение навыков построения и использования диаграммы технологических возможностей РФА.

Задачи работы: произвести расчет параметров оптической системы и построить диаграмму технологических возможностей репродукционных фотоаппаратов.

2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Диаметр поля изображения $D_{из}$ объектива, а следовательно, и диагональ максимального размера изображения в зависимости от фокусного расстояния и масштаба съемки определяются по формуле (см. рис. 7.1):

$$D_{из} = 2tg\omega'f(\beta + 1), \quad (7.1)$$

где ω' - половина углового поля в пространстве изображений.

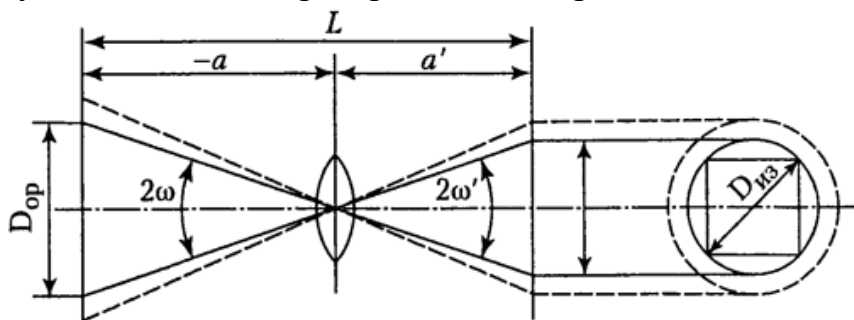


Рисунок 7.1. Угловое поле оптической системы.

Диаметр поля оригинала $D_{ор}$, а следовательно, и диагональ максимального размера оригинала в зависимости от фокусного расстояния объектива и масштаба съемки определяются по формуле

$$D_{ор} = 2tg\omega f\left(1 + \frac{1}{\beta}\right), \quad (7.2)$$

где ω - половина углового поля в пространстве предметов.

Масштаб съемки накладывает определенные ограничения на максимально допустимый для данного репродукционного объектива размер негатива. Дополнительные ограничения имеет и репродукционный фотоаппарат - длина его станины, растяжение камеры и размер матового стекла. Технологические возможности фотоаппарата можно расширить, если применять для разных масштабов съемки объективы с разными фокусными расстояниями.

Для эффективной эксплуатации фотоаппарата наиболее полно должны использоваться форматы фотографируемых оригиналов и получаемых изображений. Предельные значения этих форматов зависят от размеров оригиналодержателей, кассет и растров, а также от масштаба съемки. Использовать одновременно максимальные форматы по матовому стеклу и оригиналодержателю можно только при одном так называемом граничном масштабе съемки $\beta_{гр}$:

$$\beta_{zp} = \frac{D_{м.с.}}{D_{орд}}, \quad (7.3)$$

где $D_{м.с.}$ и $D_{орд}$ - максимальные диагонали соответственно стекла (D_{κ} - кассеты) и оригиналодержателя.

При всех остальных значениях масштабов используется не вся площадь кассеты или оригиналодержателя, поскольку диагонали оригинала $D_{ор}$ и получаемого изображения $D_{из}$, связанные зависимостью ($\beta = D_{из} / D_{ор}$), не могут быть больше диагоналей оригиналодержателя (или диапозитивной приставки) и кассеты (или диагонали раstra), т.е. должно удовлетворяться условие

$$D_{из} \leq D_{\kappa} = D_{м.с.} \text{ и } D_{ор} \leq D_{орд}.$$

В случае использования нескольких объектов они монтируются в дисках или на каретках, перемещаемых системой механического привода, управляемого с пульта, обычно размещаемого в зоне неподвижной части аппарата. С этого же пульта выполняется и диафрагмирование.

В интервале масштабов от наименьшего до граничного, т.е. при $\beta_{\min} \leq \beta < \beta_{zp}$, используется не вся площадь кассеты (матового стекла) и

$$D_{из} = D_{ор} \beta \quad (7.4)$$

в интервале масштабов $\beta_{zp} < \beta \leq \beta_{\max}$ используется не вся площадь оригиналодержателя, так как

$$D_{ор} = D_{\kappa} / \beta. \quad (7.5)$$

Выбор объектива для заданного диапазона масштабов, размеров оригиналодержателя и матового стекла осуществляют по уравнению (1), определяющему кроющую способность объектива, для значения $\beta = \beta_{zp}$.

Фокусное расстояние f выбранного объектива должно быть больше или равно расчетной величине $f \geq f_{расч}$:

$$f_{расч} = \frac{D_{из}}{2tg\omega'(\beta + 1)} \text{ или } f_{расч} = \frac{D_{ор}}{2tg\omega(1 + \frac{1}{\beta})}. \quad (7.6)$$

При эксплуатации РФА для выбора того или иного объектива для фотографирования конкретного оригинала удобно пользоваться диаграммой технологических возможностей фотоаппарата.

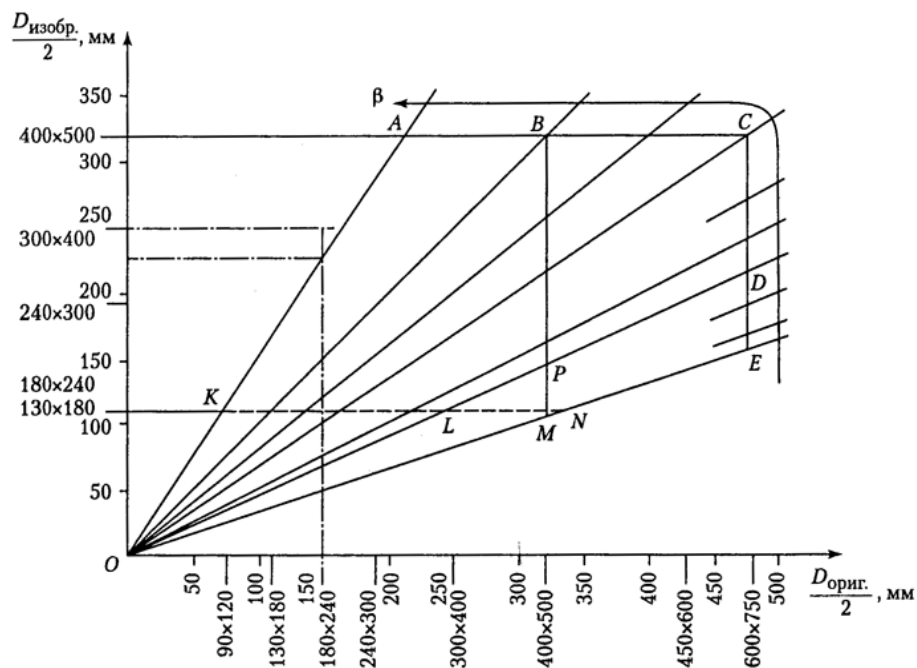


Рисунок 7.2. Диаграмма технологических возможностей РФА.

Для построения диаграммы технологических возможностей аппаратов (технологогаммы) используется система прямоугольных координат. Отложим на оси абсцисс (рис. 7.2) размеры фотографируемых оригиналов, а на оси ординат - размеры получаемых изображений. Размеры оригиналов и изображений удобно характеризовать не двумя величинами (размерами сторон), а одной величиной - размером диагонали либо половины диагонали. При этом половина диагонали предпочтительнее, так как она показывает расстояние от оптической оси до наиболее удаленных точек на оригинале и на изображении.

Поскольку отношение изображений к размерам оригиналов является масштабом, каждая точка в принятой системе координат характеризует определенный масштаб съемки. Поэтому по полю диаграммы можно нанести наклонные прямые, определяющие масштаб съемки β . Положение этих наклонных прямых определяется отношением

$$\beta = \frac{D_{из.}}{D_{ор}}. \quad (7.7)$$

Технологические возможности репродукционных фотоаппаратов могут быть ограничены следующими основными факторами:

- наибольшими размерами фотографируемых оригиналов, которые не могут превышать размер оригиналодержателя (при съемках в отраженном свете) и размеры диапозитивной приставки (при съемках в проходящем свете);
- наибольшими размерами изображений, зависящими от размеров кассеты;
- диапазоном масштабов съемки, который зависит от габаритных размеров фотоаппарата и фокусных расстояний используемых объективов.

Кроме того, размеры растровых изображений могут ограничиваться размерами растров. В репродукционных фотоаппаратах различных моделей существуют и другие ограничивающие факторы (например, размеры приставок и т.д.).

В качестве примера рассмотрим построение диаграммы технологических возможностей репродукционного вертикального двухкомнатного фотоаппарата РВД-40 (рис. 7.2). Аппарат оборудован оригиналодержателем 600x750 мм. поэтому диагональ

фотографируемых оригиналов не должна превышать 960 мм и соответственно $D_{\max} / 2 = 480$ мм. На диаграмме это показано прямой CDE. Размер диапозитивной приставки - 400x500, и поэтому для прозрачных оригиналов $D_{\max np} / 2 = 320$ мм. что на диаграмме показано прямой BM. Минимальные размеры оригиналов, которые можно фотографировать на аппарате, ничем не ограничены. Размеры получаемых изображений ограничены размером вакуумной плиты форматом 400x500 мм. Поэтому $D' = 320$ мм, чему соответствует прямая ABC. Минимальные размеры изображений не ограничены, однако наименьший формат светочувствительного материала, который может быть закреплен на вакуумной плите, равен 130x180 мм. На диаграмме это показано пунктирной прямой KLN. На фотоаппарате РВД-40 установлены два объектива: один с фокусным расстоянием 360 мм работает при масштабах съемки от 0,33 (прямая OME) до 0,45 (прямая OPD), другой 450 мм работает при масштабе съемки от 0,45 (прямая OPD) до 1,5 (прямая OKA).

Контур ОАСЕО включает в себя все технологические возможности фотоаппарата РВД-40. Диаграмма показывает, что, напри мер, оригиналы размером 180x240 мм не могут быть увеличены на аппарате до размера 300x400 мм и т.д.

Пользуясь этими диаграммами, можно для каждого масштаба съемки определить возможные диагонали изображения в пределах очерченного сплошной линией поля.

В современных репродукционных фотоаппаратах для расширения диапазона масштабов съемки при наименьших оптических габаритах применяют два, три объектива и более, каждый из которых оптимален для определенного интервала масштабов съемки.

3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ И УПРАЖНЕНИЯ

В качестве практического задания студентам предлагается рассчитать и построить диаграмму технологических возможностей репродукционных фотоаппаратов.

Для этого следует по теореме Пифагора рассчитать диагонали стекла, которым крепится изображение и оригиналодержателя $D_{м.с.}$ и $D_{орд.}$. По выражению (1.3) рассчитать граничный масштаб съемки $\beta_{гр.}$. Путем геометрических построений,

основываясь на рис. 7.1 и используя основную формулу линзы : $\frac{1}{a} + \frac{1}{a'} = \frac{1}{f}$, рассчитать

величину угловых полей ω' и ω в пространстве изображений и предметов. Построить координатное пространство для диаграммы технологических возможностей РФА. Исходя из заданных размеров оригиналодержателя по теореме Пифагора определить

максимальную диагональ оригинала. Рассчитать $\frac{D_{ор\max}}{2}$ и отложить эту прямую на

диаграмме. Исходя из заданных размеров плиты по теореме Пифагора определить максимальную диагональ изображения. Рассчитать $\frac{D_{из\max}}{2}$ и отложить эту прямую на

диаграмме. Построить прямые, ограничивающие технологические возможности РФА и заштриховать область технологических возможностей. Приняв размеры отверстия в вакуумной плите равными 130x180 по теореме Пифагора определить минимальную

диагональ изображения. Рассчитать $\frac{D_{из\min}}{2}$ и отложить эту прямую на диаграмме. По

выражениям (7.1) и (7.2) для объектива рассчитать допустимый размер оригинала и

изображения $D_{из}$ и $D_{ор}$ в граничных условиях. Построить эти прямые на диаграмме. Определить каковы технологические возможности РФА с заданными параметрами и предложенным объективам. Сделать вывод – подходит ли объектив для фоторепродукционных работ.

| № варианта | Фокусное расстояние объектива, f мм | Размер оригинало-держателя, мм | Размер плиты, мм |
|------------|---------------------------------------|--------------------------------|------------------|
| 1 | 300 | 600x750 | 400x500 |
| 2 | 360 | 600x750 | 300x400 |
| 3 | 400 | 600x750 | 400x500 |
| 4 | 600 | 600x750 | 300x400 |
| 5 | 500 | 550x600 | 400x500 |
| 6 | 300 | 550x600 | 300x400 |
| 7 | 360 | 550x600 | 400x500 |
| 8 | 400 | 550x600 | 300x400 |
| 9 | 600 | 500x600 | 400x500 |
| 10 | 500 | 500x600 | 300x400 |
| 11 | 300 | 500x600 | 400x500 |
| 12 | 360 | 500x600 | 300x400 |
| 13 | 400 | 500x800 | 400x500 |
| 14 | 600 | 500x800 | 300x400 |
| 15 | 500 | 500x800 | 400x500 |
| 16 | 300 | 500x800 | 300x400 |
| 17 | 360 | 450x600 | 400x500 |
| 18 | 400 | 450x600 | 300x400 |
| 19 | 600 | 450x600 | 400x500 |
| 20 | 500 | 450x600 | 300x400 |

4. ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Мультимедийный класс, оборудованные проектором и ПК с установленным программным обеспечением не ниже:

- 1) Операционная система Windows XP.
- 2) Калькулятор.
- 3) Карандаш.
- 4) Линейка.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА.

Все промежуточные расчеты, окончательные результаты расчетов в системе СИ, диаграмму технических возможностей РФА и вывод о пригодности предложенного объектива для репродуцирования.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Что такое диаметр поля изображения и диаметр поля оригинала? Как они определяются?
- 2) Что такое масштаб съемки? Какие ограничения он накладывает?
- 3) Как определяется расчетное фокусное расстояние?

4) Как строится диаграмма технологических возможностей РФА?

7. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1) Стефанов, С. Допечатные технологии / С.Стефанов.- М.: Репроцентр-М, 2003.- 118с.
- 2) Цыганенко, А.М. Программные средства допечатных процессов: Учеб. пособие для вузов. Кн.3. Программы верстки / А.М.Цыганенко, В.М.Гасов; Моск. гос. ун-т печати.- М.: МГУП, 2000.- 394с.

РАСЧЕТ МОЩНОСТИ СУШИЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ФОТОМАТЕРИАЛОВ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Цель работы: получение представления о методе конвективной сушки; усвоение принципа расчета мощности нагревательного элемента сушильного устройства.

Задачи работы: рассчитать параметры сушильного устройства для обработки фотоматериалов.

2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Наибольшее распространение получил конвективный метод сушки фотоматериалов как наиболее простой в конструктивном исполнении (рис. 8.1). Интенсификация конвективной сушки пленки путем обдува поверхности воздушным потоком с повышенными скоростями получила особенно широкое распространение. Наиболее целесообразной является конструкция с двусторонним вертикальным обдувом поверхности пленки воздушным потоком со скоростью 10-15 м/с.

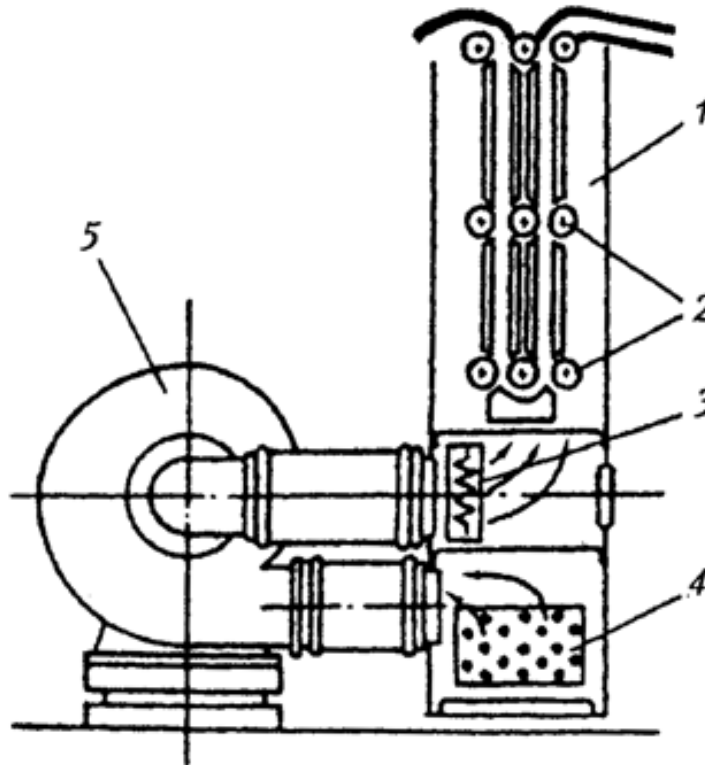


Рисунок 8.1. Секция сушки проявочной установки:

1 - камера сушки; 2 - система транспортирования фотопленки; 3 - калорифер; 4 - воздухозаборник; 5 - вентилятор.

Зависимость времени сушки от температуры показана на рис. 8.2.

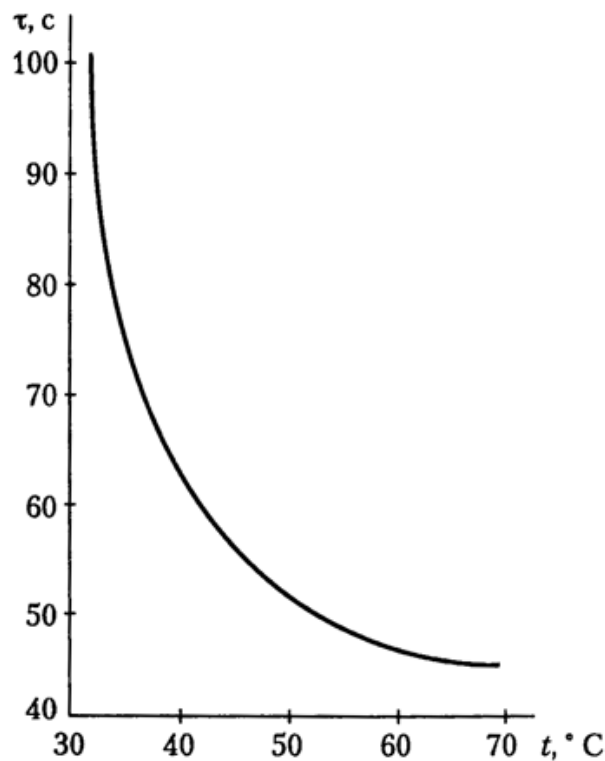


Рисунок 8.2. График зависимости времени сушки от температуры подаваемого воздуха.

Оптимальными температурами сушки является диапазон от 32 до 70°C, так как при температуре ниже 32°C резко возрастает время сушки, а температура сушки выше 70°C приводит лишь к незначительному сокращению времени сушки и не оправдывает энергетических затрат на нагрев воздуха. Конечное содержание влаги в пленке не должно превышать 3%. Большинство пленок сушится при температуре не выше 60°C, что связано с ухудшением механических свойств фотоэмульсионного слоя.

Современные проявочные установки выпускаются в конструктивном исполнении, обеспечивающем их непосредственную стыковку с экспонирующей аппаратурой, что невозможно осуществить без увязки скоростей их работы. Транспортирование пленки должно осуществляться со скоростью 0,0023-0,023 м/с.

При расчете сушильных устройств определяется мощность нагревателей и производительность вентиляторов.

Как показала практика эксплуатации проявочных установок, время вхождения в режим секции сушки значительно меньше времени вхождения в режим системы термостатирования растворов. Поэтому мощность нагревателя можно найти не из рассмотрения дифференциальных уравнений теплообмена, а исходя из энергии, которую должен отдать воздух в секунду:

$$Q = Vc\rho(t_K - t_H), \quad (8.1)$$

где V - расход сухого воздуха, м³/с; $c = 1,005$ - удельная теплоемкость воздуха, кДж/(кг·К); ρ - плотность воздуха, кг/м³; t_K, t_H - конечная и начальная температура, К.

Для расчета принимают t_H равной температуре окружающей среды ($t_0 = 18^\circ\text{C}$) и $t_K = 65^\circ\text{C}$.

Расход воздуха V определяют, исходя из способности воздуха, нагретого до 65°C , отбирать влагу у пленки. Количество влаги, которое может отобрать 1 кг воздуха, нагретого от 18 до 65°C при начальной влажности 70% , определяется из выражения

$$d = \chi_{65.\text{max}} - \chi_{18,70\%} \quad (8.2)$$

где $\chi_{65.\text{max}}$ - максимальное влагосодержание, т.е. количество водяных паров, насыщающих 1 кг сухого воздуха при температуре 65°C , $\chi_{65.\text{max}} = 204$ г/кг; $\chi_{18,70\%}$ - влагосодержание 1 кг воздуха при температуре 18°C и влажности 70% , определяемое по формуле для влагосодержания паровоздушной смеси χ (кг пара/кг сухого воздуха):

$$\chi = 0,622 \frac{\varphi p_{\text{нас}}}{p_{\text{нс}} - \varphi p_{\text{нас}}}, \quad (8.3)$$

где $0,622$ - отношение молярных масс водяного пара и воздуха, φ - относительная влажность воздуха; $p_{\text{нас}}$ - давление насыщенного водяного пара; $p_{\text{нс}}$ - общее давление паровоздушной смеси.

Относительная влажность воздуха

$$\varphi = p_n / p_{\text{нас}}, \quad (8.4)$$

где p_n - парциальное давление водяного пара в воздухе (при температуре сухого термометра); $p_{\text{нас}}$ - давление насыщенного водяного пара при той же температуре.

Количество влаги W , которую нужно отобрать у пленки в секунду,

$$W = d_n S, \quad (8.5)$$

где d_n - влагосодержание пленки, г/м²; S - площадь пленки, обрабатываемая в секунду, м²/с.

$$S = v_n b, \quad (8.6)$$

где v_n - скорость движения пленки, м/с; b - максимальная ширина пленки, м.

Получим расход сухого воздуха:

$$V = \frac{W}{d\rho} = \frac{d_n}{d} \frac{v_n b}{\rho}, \quad (8.7)$$

где ρ - плотность воздуха при $t = 65^{\circ}\text{C}$.

Для уменьшения мощности электронагревателей в сушильном устройстве в некоторых машинах проводят рециркуляцию воздуха, обеспечивающую забор свежего воздуха с расходом, меньшим, чем расчетное значение V .

3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ И УПРАЖНЕНИЯ

В качестве практического задания студентам предлагается рассчитать параметры сушильного устройства и мощности нагревателя для обработки фотоматериалов.

Для этого следует по выражению (8.4) определить парциальное давление водяного пара p_n , исходя из того, что при температуре 18°C давление насыщенного водяного пара $p_{\text{нас}} = 15,48$ Торр. 1 Торр равен 133,322 Па. Определить общее давление паровоздушной смеси $p_{\text{нс}}$, как сумму атмосферного давления $p_{\text{атм}}$ и парциального давления водяного пара p_n . $p_{\text{атм}} = 1$ Атм = 98066,5 Па. По выражению (8.3) определить влагосодержание воздуха $\chi_{18,70\%}$ при 18°C и 70% влажности. По выражению (8.2) определить количество влаги d , которое может отобрать 1 кг воздуха, нагретого от 18 до

65°C при начальной влажности 70%. По выражению (8.6) определить площадь пленки, обрабатываемую в секунду, S . По выражению (8.7) рассчитать расход сухого воздуха V . Принять влагосодержание пленки $d_i = 140$ г/м², а плотность воздуха $\rho = 1,204$ кг/м³. Рассчитать мощность нагревателя по выражению (8.1), приняв, что удельная теплоемкость воздуха $c = 1,005$ кДж/(кг·К).

| № варианта | Скорость движения пленки, v_n , м/с | Ширина пленки, b , мм | № варианта | Скорость движения пленки, v_n , м/с | Ширина пленки, b , мм |
|------------|---------------------------------------|-------------------------|------------|---------------------------------------|-------------------------|
| 1 | 0,005 | 1000 | 11 | 0,015 | 1300 |
| 2 | 0,01 | 1250 | 12 | 0,01 | 550 |
| 3 | 0,015 | 1300 | 13 | 0,005 | 1450 |
| 4 | 0,01 | 550 | 14 | 0,01 | 750 |
| 5 | 0,005 | 1450 | 15 | 0,015 | 850 |
| 6 | 0,01 | 750 | 16 | 0,01 | 900 |
| 7 | 0,015 | 850 | 17 | 0,005 | 1000 |
| 8 | 0,01 | 900 | 18 | 0,01 | 1250 |
| 9 | 0,005 | 1000 | 19 | 0,015 | 1300 |
| 10 | 0,01 | 1250 | 20 | 0,01 | 550 |

4. ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Мультимедийный класс, оборудованные проектором и ПК с установленным программным обеспечением не ниже:

- 1) Операционная система Windows XP.

5. ОТЧЕТ О РАБОТЕ ДОЛЖЕН СОДЕРЖАТЬ.

Все промежуточные расчеты и окончательные результаты расчетов мощности нагревателя в системе СИ.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Каков основной принцип конвективной сушки?
- 2) Расскажите о влиянии температуры подаваемого воздуха на процесс сушки.
- 3) Как рассчитывается влагосодержание воздушной смеси?
- 4) Как рассчитывается мощность нагревателя воздушного устройства?

7. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1) Стефанов, С. Допечатные технологии / С.Стефанов.- М.: Репроцентр-М, 2003.- 118с.
- 2) Цыганенко, А.М. Программные средства допечатных процессов: Учеб. пособие для вузов. Кн.3. Программы верстки / А.М. Цыганенко, В.М. Гасов; Моск. гос. ун-т печати.- М.: МГУП, 2000.- 394с.

ВЫБОР МЕТАЛЛОГАЛОГЕННОЙ ЛАМПЫ КОНТАКТНО-КОПИРОВАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Цель работы: усвоение принципов расчета параметров освещенности по размеру монтажа; расчет и выбор металлогалогенной лампы.

Задачи работы: произвести расчет параметров металлогалогенной лампы и выбрать лампу для контактно копировальной установки.

2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Копировальные процессы при изготовлении офсетных и фотополимерных печатных форм проводят на контактно-копировальном оборудовании: копировальных и экспонирующих установках. С помощью этого оборудования осуществляют фотографический перенос изображения с прозрачных носителей информации (диапозитивов или негативов) на светочувствительные слои офсетных или фотополимерных пластин в масштабе 1:1. При этом носители информации и светочувствительный слой пластин должны быть в контакте, слой к слою.

Для высококачественного копирования изображения с фотоформы на формную пластину необходимо, чтобы изображение было перенесено на пластину без потери мелких деталей.

Основными элементами конструкции контактно-копировальных и экспонирующих установок являются: облучатель, состоящий из источника света и рефлектора; рама с вакуумным ковриком или покровной пленкой; вакуумная и вентиляционная системы.

В настоящее время для копировальных процессов в качестве источника ультрафиолетового (УФ) света наиболее широко применяются люминесцентные, галогенные и металлогалогенные лампы.

Более выгодными с энергетической точки зрения являются металлогалогенные лампы (МГЛ). Принцип действия их основан на том, что галогены многих металлов испаряются легче, чем сами металлы. Поэтому в разрядную колбу МГЛ кроме ртути и аргона дополнительно вводят различные химические элементы в виде их галоидных соединений.

Таблица 9.1.

Основные параметры металлогалогенных ламп.

| Тип лампы | Мощность номинальная, Вт | Мощность излучения, Вт | Напряжение зажигания В | Энергетическая светимость мВт\см ² | Напряжение на лампе, В |
|------------|--------------------------|------------------------|------------------------|---|------------------------|
| ДРТИ-3000 | 3000 | 600 | 380 | 4100 | 240 |
| ДРТИ-2000 | 2000 | 480 | 380 | 3900 | 240 |
| ДРГТ-3000М | 1500 | 650 | 380 | 4300 | 240 |

Мощность излучения - это световой поток, т.е. энергия источника света, излучаемая в пространство в единицу времени. Световой поток Φ определяется двумя

параметрами: силой света I источника и размерами освещаемого пространства (пространственного угла ω):

$$\Phi = I\omega \quad (1 \text{ лм} = 1 \text{ кд} \cdot \text{ср}). \quad (9.1)$$

Чем больше пространственный угол, тем больше световой поток при постоянной силе света. На рис. 9.1 видно, что $\Phi_1 > \Phi_2 > \Phi_3$, так как $\omega_1 > \omega_2 > \omega_3$.

$$\omega = 2\pi(1 - \cos(\alpha_n / 360)), \quad (9.2)$$

где α_n - плоский угол в градусах.

Световой поток, исходящий из источника света, падает на поверхность монтажа, состоящего из фотоформы (диапозитива или негатива) и формной пластины. Освещенность монтажа, создаваемая световым потоком, определяется формулой

$$E = \frac{I\omega}{r^2}, \quad (9.3)$$

где r - расстояние от источника света до освещаемой поверхности.

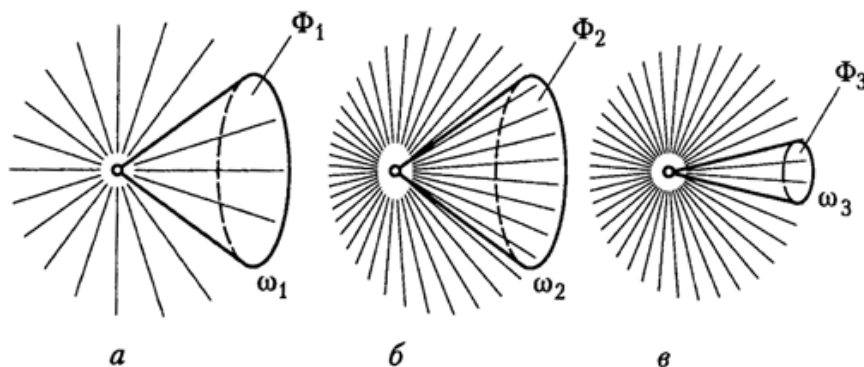


Рисунок 9.1. Зависимость светового потока от пространственного угла (при $I = \text{const}$).

Освещенность зависит от удаленности источника света: чем он ближе к объекту, тем лучше освещается объект. Причина этого в лучеобразном расширении светового потока с увеличением расстояния r . При этом увеличивается площадь поперечного сечения A светового конуса (рис. 9.2), а пространственный угол и световой поток не меняются. Но в связи с тем, что световой поток падает на большую площадь, освещенность уменьшается в соответствии с ее определением, т.е. освещенность есть световой поток, падающий на единицу площади:

$$E = \frac{\Phi}{A} \quad (1 \text{ лк} = 1 \frac{\text{лм}}{\text{м}^2}) \quad (9.4)$$

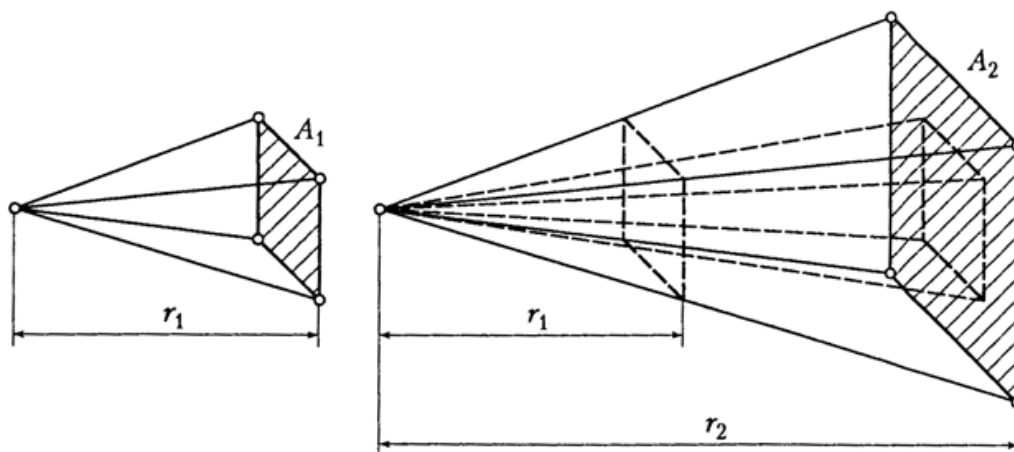


Рисунок 9.2. Чем больше расстояние от источника света, тем меньше освещенность поверхности.

Освещенность не изменилась бы, если бы при другом расстоянии площадь была меньшего размера. На рис. 2 показано, что с уменьшением пространственного угла на освещенную площадь падает только часть первоначального светового потока.

При одинаковом источнике света освещенность обратно пропорциональна квадрату расстояния освещенной поверхности от источника света:

$$E_1 : E_2 = r_2^2 : r_1^2. \quad (9.5)$$

Рефлектор - наиболее ответственный и сложный элемент облучателя. Его основное назначение - перераспределение светового потока таким образом, чтобы неравномерность освещенности была минимальная. Неравномерность освещенности определяется по формуле

$$\Delta E = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{E_{\max}} \cdot 100. \quad (9.6)$$

где E_{\max} , E_{\min} -соответственно максимальное и минимальное значения освещенности на облучаемой поверхности.

Считают, что неравномерность освещенности не должна превышать 20%. Однако с появлением высокочувствительных копировальных составов требования к величине неравномерности освещенности существенно возросли. В копировальных установках, выпускаемых зарубежными фирмами, неравномерность освещенности снижена до 10-12%.

3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ И УПРАЖНЕНИЯ

В качестве практического задания студентам предлагается осуществить расчет и выбор металлогалогенной лампы для контактно копировальной установки.

Для этого следует зная размеры монтажа, и расстояние от плоскости монтажа до металлогалогенной лампы рассчитать расстояние от источника света до дальнего края монтажа $r_{кр}$ по теореме Пифагора. Длину лампы считать равной длине большей стороны монтажа. Определить световой поток Φ , необходимый для контактного копирования, из выражений (9.1) и (9.3). Подобрать лампу с энергетической светимостью, эквивалентной или превышающей необходимый световой поток по табл. 9.1. Путем геометрических расчетов определить максимальный плоский угол рассеяния светового потока. Определить необходимый пространственный угол по выражению (9.2). Определить силу света источника I по выражению (9.1).

| № вар. | Размеры монтажа, $a \times b$, мм | Минимальная необходимая освещенность по краю, $E_{кр}$, лк | Высота расположения лампы над плоскостью монтажа, h , мм |
|-----------|--|--|--|
| 1 | 600x400 | 8500 | 700 |
| 2 | 500x380 | 7800 | 500 |
| 3 | 400x350 | 6500 | 700 |
| 4 | 500x300 | 8500 | 500 |
| 5 | 600x400 | 7800 | 700 |
| 6 | 500x380 | 6500 | 500 |
| 7 | 400x350 | 8500 | 700 |
| 8 | 500x300 | 7800 | 500 |
| 9 | 600x400 | 6500 | 700 |
| 10 | 500x380 | 8500 | 500 |
| 11 | 400x350 | 7800 | 700 |
| 12 | 500x300 | 6500 | 500 |
| 13 | 600x400 | 8500 | 700 |
| 14 | 500x380 | 7800 | 500 |
| 15 | 400x350 | 6500 | 700 |
| 16 | 500x300 | 8500 | 500 |
| 17 | 600x400 | 7800 | 700 |
| 18 | 500x380 | 6500 | 500 |
| 19 | 400x350 | 8500 | 700 |
| 20 | 500x300 | 7800 | 500 |

4. ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Мультимедийный класс, оборудованные проектором и ПК с установленным программным обеспечением не ниже:

- 1) Операционная система Windows XP.
- 2) Калькулятор.
- 3) Макеты металлогалогенных ламп контактно-копировальной установки.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА.

Все промежуточные расчеты и окончательный выбор металлогалогенной лампы и расчет ее силы света.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Каковы параметры высококачественного копирования изображения на формную пластину?
- 2) С какой целью в разрядную колбу МГЛ кроме ртути и аргона дополнительно вводят различные химические элементы?
- 3) Расскажите о зависимости светового потока от пространственного угла.
- 4) Какова связь освещенности и размеров поверхности?

7. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1) Стефанов, С. Допечатные технологии / С.Стефанов.- М. : Репроцентр-М, 2003.- 118с.
- 2) Цыганенко, А.М. Программные средства допечатных процессов: Учеб. пособие для вузов. Кн.3. Программы верстки / А.М. Цыганенко, В.М. Гасов; Моск. гос. ун-т печати.- М.: МГУП, 2000.- 394с.

РАСЧЕТ РАСТВОРОПОДАЮЩИХ СИСТЕМ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Цель работы усвоение принципов расчета процесса струйной обработки; получение навыков расчета производительности поточной линии или процессора.

Тема работы: произвести расчет раствороподающей системы поточной линии для обработки офсетных форм.

2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Основными факторами, характеризующими струйный способ обработки в гетерогенных процессах, к которым относится процесс обработки офсетных копий, являются конвективная диффузия и механическое воздействие на обрабатываемую поверхность. Причем одни параметры струйных устройств (скорость растекания струи, расход жидкости из насадки и др.) влияют в основном на интенсивность конвективной диффузии, другие (скорость истечения из насадки, угол наклона струи, расстояние от насадки и др.) - на интенсивность механического воздействия струи.

Уравнение конвективной диффузии в координатной форме имеет вид

$$\frac{\partial C}{\partial \tau} + u_x \frac{\partial C}{\partial x} + u_y \frac{\partial C}{\partial y} = D \left(\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} \right), \quad (10.1)$$

где C - концентрация реагирующего вещества; τ - продолжительность диффузии; u_x, u_y - составляющие скорости течения жидкости соответственно вдоль и поперек потока; x, y, z - расстояние по координатным осям; D - коэффициент диффузии молекул реагирующего вещества.

Схема струйной обработки приведена на рис. 10.1.

Струя вытекает из форсунки через цилиндрическое отверстие $d_0 = 2r_0$ со скоростью U_0 которая определяется гидростатическим напором в насадке H_n :

$$U_0 = \varphi \sqrt{2gH_n} = \frac{V_\tau}{\omega}, \quad (10.2)$$

где φ - коэффициент скорости; V_τ - объемный расход жидкости, м³/с; ω - площадь сечения струи, м².

Поскольку насадка находится от поверхности пластины на расстоянии l_φ , скорость натекания равна

$$U = U_0 + \sqrt{2gl_\varphi}. \quad (10.3)$$

Растекающийся поток обрабатываемого раствора образует на пластине тонкую сплошную ламинарную пленку. Так как растекающийся поток жидкости симметричен относительно оси струи, то для характеристики струйной обработки удобно воспользоваться двумя координатами - радиусом растекания R и расстоянием l_φ от насадки до обрабатываемой поверхности (рис. 10.1).

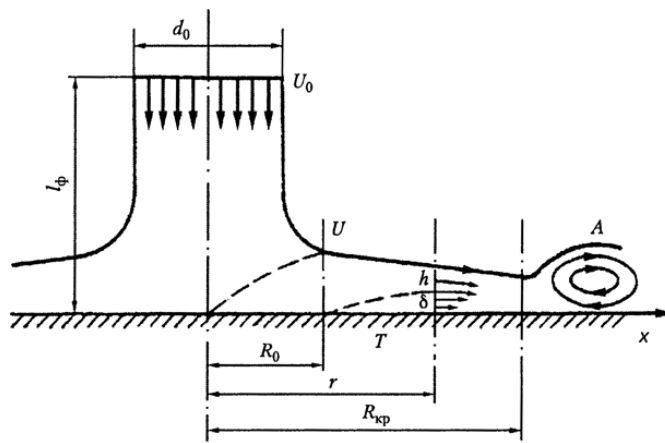


Рисунок 10.1. Натекание цилиндрической струи на плоскую поверхность.

В окончательном виде уравнение конвективной диффузии принимает вид

$$U_R \frac{\partial C}{\partial R} = D \frac{\partial^2 C}{\partial z^2}, \quad (10.4)$$

где U_R - радиальная скорость растекающейся жидкости.

При набегании круглой струи нормально к плоскости пластины жидкость от центра струи течет к периферии. Вид струи, растекающейся по поверхности пластины, представлен на рис. 10.1.

Цилиндрическая струя, имеющая скорость U , падающая под прямым углом к плоскости пластины, ударяясь в пластину, радиально растекается по ней.

Можно выделить несколько характерных зон радиального течения жидкости по пластине. В зоне от 0 до R_0 происходит формирование радиального течения. Обычно эта зона $R_0 \leq d_0$. Следующая зона $R_0 < r < R_{kp}$ является зоной установившегося радиального течения, где и происходит активный процесс травления.

При достижении критического радиуса R_{kp} происходит отрыв слоя течения от плоскости с резким возрастанием толщины потока. За местом отрыва потока образуется по окружности радиального течения один большой вихрь A . Образование вихревого движения приводит к значительным потерям энергии потока и соответственно к резкому уменьшению скорости движения жидкости. Для разработки установок со струйным травлением печатных форм необходимо оценивать площадь активного орошения, т.е. определять критический радиус R_{kp} .

Для вывода формулы зависимости величины R_{kp} от гидродинамических параметров струи и физических свойств жидкости используем уравнение неразрывности потока и теорему о количестве движения. При этом будем считать, что в зоне активного радиального течения поток жидкости состоит из двух основных слоев. Верхний слой толщиной h представляет собой поток с постоянной скоростью U . Нижний слой толщиной δ , контактирующий с поверхностью пластины, представляет собой течение с линейным профилем скорости, т.е. $U(z) = \frac{U}{\delta} z$, причем средняя скорость потока равна $U/2$.

Потери энергии потока происходят в придонном слое, поэтому будем считать, что толщина δ остается постоянной в зоне $R_0 < r < R_{кр}$. Толщина же верхнего слоя уменьшается с увеличением r , и в точке $r = R_{кр}$ $h = 0$.

Уравнение неразрывности, т.е. равенство расхода жидкости в набегающей на пластину струе и расхода жидкости на критическом радиусе, имеет вид

$$US_0 = U_{кр}S_{кр}, \quad (10.5)$$

где U - скорость жидкости в струе; $U_{кр}$ - средняя скорость движения жидкости на критическом радиусе; S_0 и $S_{кр}$ - площади сечений потока струи и потока на критическом радиусе соответственно. Поскольку

$$S_0 = \frac{\pi d_0^2}{4}, \quad S_{кр} = 2\pi R_{кр}\delta, \quad U_{кр.ср.} = U/2, \quad (10.6)$$

толщина слоя жидкости на критическом радиусе будет равна

$$\delta = \frac{d_0^2}{4R_{кр}}, \quad (10.7)$$

где d_0 - диаметр набегающей струи, равный выходному диаметру отверстия сопла, откуда подается струя на пластину.

Теорема об изменении количества движения потока жидкости выражается формулой

$$d\vec{Q} = \vec{R}_{об}dt + \vec{R}_{нов}dt, \quad (10.8)$$

где \vec{Q} - главный вектор количества движения; $\vec{R}_{об}$ - главный вектор объемных сил (сила тяжести); $\vec{R}_{нов}$ - главный вектор поверхностных сил (силы вязкого трения, силы давления). Проекция уравнения (8) на ось x будет иметь вид

$$dQ_x = (R_{xoo} + R_{xno})dt, \quad (10.9)$$

т.е. изменение количества движения системы равно импульсу действующих сил.

Изменение количества движения потока жидкости в данном сечении определяется формулой

$$dQ = \rho S U^2 dt, \quad (10.10)$$

где S - площадь сечения; U - скорость; dt - интервал времени; ρ - плотность жидкости.

Величина dQ_x равна разности количества движения жидкости в сечении $r = R_{кр}$ и количества движения при $r = d_0$, т.е.

$$dQ_x = \rho \int_0^\delta \left(\frac{Uz}{\delta}\right)^2 2\pi R_{кр} dz dt - \rho U^2 \frac{\pi d_0^2}{4} dt, \quad (10.11)$$

Проекция объемных сил, т.е. силы тяжести на ось x , будет равна нулю, так как плоскость пластины горизонтальная:

$$R_{xoo} = 0. \quad (10.11')$$

Силой гидростатического давления можно пренебречь, так как толщина слоя радиального течения очень мала.

Для нахождения силы гидравлического трения используем закон вязкого трения Ньютона:

$$\tau = \mu \frac{\partial U}{\partial z}, \quad (10.12)$$

где τ - напряжение, возникающее между движущимися слоями вязкой жидкости, Н/м²; μ - коэффициент динамической вязкости. Па·с; $\frac{\partial U}{\partial z}$ - градиент скорости по высоте потока.

Поскольку в слое толщиной δ профиль скоростей линейный,

$$\frac{\partial U}{\partial z} = \frac{U}{\delta}, \quad (10.13)$$

Суммарную силу трения при движении потока определим интегрированием по всей площади активной зоны потока:

$$T = \int_0^{R_{кр}} \tau 2\pi r dr = \int_0^{R_{кр}} \mu \frac{U}{\delta} 2\pi r dr = \mu \frac{U}{\delta} \pi R_{кр}^2. \quad (10.14)$$

Таким образом, подставляя (10.14), (10.11), (10.11') в (10.9) и учитывая, что сила трения направлена противоположно движению, после интегрирования и преобразования получим

$$\rho U^2 \frac{\pi d_0^2}{4} - \rho \frac{U^3}{3} 2\pi \delta R_{кр} = \mu \frac{U\pi}{\delta} R_{кр}^2. \quad (10.15)$$

Используя (10.7) и учитывая, что $\frac{\mu}{\rho} = \nu$ - коэффициент кинематической вязкости (м²/с), получим окончательную формулу, определяющую зависимость R от параметров набегающей струи и вязкости жидкости:

$$R_{кр} = 3 \sqrt[3]{\frac{U d_0^4}{48\nu}}. \quad (10.16)$$

Однако при выводе формулы (10.16) были сделаны определенные допущения. В реальных условиях величина $R_{кр}$ будет зависеть от состояния набегающей струи, от степени шероховатости пластины и от взаимного расположения струи и пластины. Реальное значение $R_{кр}$ будет несколько отличаться от значения, вычисленного по формуле (10.16). Поэтому формулу (10.16) для учета перечисленных факторов удобнее представить в виде

$$R_{кр} = \xi 3 \sqrt[3]{\frac{U d_0^4}{\nu}}, \quad (10.17)$$

где ξ - коэффициент, учитывающий реальные условия процесса.

Коэффициент ξ для каждого конкретного условия можно определить по одному измерению.

Так, в случае вертикальных, направленных вниз компактных струй диаметром 3 мм $< d_0 < 10$ мм, падающих на гладкую поверхность при скоростях жидкости в струе 3 м/с $< U < 10$ м/с, критический радиус с точностью не ниже 7% можно вычислять по формуле

$$R_{кр} = 0,74 3 \sqrt[3]{\frac{U d_0^4}{\nu}}. \quad (10.18)$$

Активная зона $R_{ак}$ обработки копии струей определяется выражением

$$R_{ак} = (0,75 \div 0,8)R_{кр}. \quad (10.19)$$

Проявляющий раствор подается на копию через насадки, расположенные на раствороподающей трубе с определенным шагом S_n .

В зоне многоструйной обработки между центрами струй происходит столкновение соседних растекающихся потоков и образуется общий поток. В зоне между соседними струями образуется полоса, в которой происходит быстрое проявление копии посередине полосы и более медленное по краям. Размер зоны зависит от шага струй. Если $S_n < R_{ак}$, то величина этой зоны зависит от перекрытия соседних растекающихся потоков. Исходя из условий обеспечения равномерного орошения копии проявляющим раствором при прямолинейном однорядном расположении насадок, необходимо обеспечить выполнение следующего условия:

$$R_{ак} \cong 0,7S_n \text{ или } S_n = 1,4R_{ак}. \quad (10.20)$$

Таким образом, для равномерного орошения копии шириной B необходимо установить следующее количество форсунок:

$$n = \left[\frac{B - R_{ак}}{1,4R_{ак}} \right] + 1, \quad (10.21)$$

где $\left[\frac{B - R_{ак}}{1,4R_{ак}} \right]$ обозначают целую часть числа.

Равномерность струйной обработки копий может быть повышена путем перемещения душирующей системы перпендикулярно направлению движения пластины. В этом случае осевое перемещение душирующей трубки должно быть обеспечено на величину $\frac{S_n}{2}$. Экспериментальные данные подтверждают, что неравномерность обработки копии в этом случае снимается и составляет не более 15%, что можно считать предельно допустимым значением. Скорость осевого перемещения душирующей трубки 40-50 мм/мин, а скорость транспортирования пластины составляет 15-30 см/мин и выше.

При этом производительность Π (форм/ч) поточной линии или процессора для обработки офсетных копий определяется по формуле

$$\Pi = \frac{60v_n}{a + b}, \quad (10.22)$$

где v_n - скорость транспортирования пластин, м/мин; a - длина пластины, м; b - расстояние между соседними пластинами при транспортировании, м.

В некоторых современных процессорах для обработки офсетных копий применяется щеточный способ проявления. В этом случае офсетная копия погружена в раствор проявителя, а оставшийся на ней неэкспонированный светочувствительный слой удаляется мягким нейлоновым щеточным валиком (или валиками).

3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ И УПРАЖНЕНИЯ

В качестве практического задания студентам предлагается произвести расчет расхода проявляющего раствора для раствороподающей системы поточной линии для обработки офсетных форм

Для этого следует рассчитать скорость транспортирования пластин v_n в поточной линии по выражению (10.22). Рассчитать радиус зоны активного воздействия

обрабатываемого раствора $R_{ак}$, исходя из того, что $t_{ак} = \frac{2n_{тр}n_p R_{ак}}{v_n}$. Рассчитать

критический радиус зоны радиального течения раствора R_{δ} по выражению (10.19).

Рассчитать количество форсунок n по выражению (10.21). Рассчитать скорость потока по выражению (10.18). При расчетах учесть, что $v = \mu / \rho$ и принять плотность раствора равной плотности воды. Рассчитать скорость истечения струи из душирующей трубки U по выражению (10.3). Зная количество душирующих отверстий в секции, скорость истечения струи из отверстия и площадь душирующего отверстия, рассчитать расход

раствора U_0 в секции, как $V = n_{\delta} n_{\delta} n \frac{\pi d_0^2}{4} U_0$. Выразить расход раствора в м³/ч.

| № вар. | Ширина формы, B , см | Производ. Π , форм/ч | Время акт. обр. $t_{ак}$, мин | Кол- во душ. рамок, n_p | Кол-во трубок в рамке, $n_{тр}$ | Диаметр сопла, d_0 , мм | Длина пластины, a , м | Расст от трубки до пласт., l_{ϕ} , м | Расст между пласт., b , м | Коэф. вязк., μ , МПа ·с |
|-----------|------------------------------|--------------------------------|--|---------------------------------------|---|---------------------------------|-------------------------------|--|--------------------------------------|---|
| 1 | 120 | 30 | 0,8 | 1 | 2 | 5,5 | 1,5 | 0,12 | 0,3 | 0,8 |
| 2 | 140 | 25 | 0,7 | 2 | 2 | 5 | 1,2 | 0,12 | 0,4 | 0,7 |
| 3 | 160 | 20 | 0,6 | 1 | 2 | 4,5 | 1 | 0,12 | 0,3 | 0,8 |
| 4 | 180 | 15 | 0,5 | 2 | 2 | 5,5 | 1,5 | 0,12 | 0,4 | 0,7 |
| 5 | 200 | 30 | 0,8 | 1 | 2 | 5 | 1,2 | 0,12 | 0,3 | 0,8 |
| 6 | 120 | 25 | 0,7 | 2 | 2 | 4,5 | 1 | 0,12 | 0,4 | 0,7 |
| 7 | 140 | 20 | 0,6 | 1 | 2 | 5,5 | 1,5 | 0,12 | 0,3 | 0,8 |
| 8 | 160 | 15 | 0,5 | 2 | 2 | 5 | 1,2 | 0,12 | 0,4 | 0,7 |
| 9 | 180 | 30 | 0,8 | 1 | 2 | 4,5 | 1 | 0,12 | 0,3 | 0,8 |
| 10 | 200 | 25 | 0,7 | 2 | 2 | 5,5 | 1,5 | 0,12 | 0,4 | 0,7 |
| 11 | 120 | 20 | 0,6 | 1 | 2 | 5 | 1,2 | 0,12 | 0,3 | 0,8 |
| 12 | 140 | 15 | 0,5 | 2 | 2 | 4,5 | 1 | 0,12 | 0,4 | 0,7 |
| 13 | 160 | 30 | 0,8 | 1 | 2 | 5,5 | 1,5 | 0,12 | 0,3 | 0,8 |
| 14 | 180 | 25 | 0,7 | 2 | 2 | 5 | 1,2 | 0,12 | 0,4 | 0,7 |
| 15 | 200 | 20 | 0,6 | 1 | 2 | 4,5 | 1 | 0,12 | 0,3 | 0,8 |
| 16 | 120 | 15 | 0,5 | 2 | 2 | 5,5 | 1,5 | 0,12 | 0,4 | 0,7 |
| 17 | 140 | 30 | 0,8 | 1 | 2 | 5 | 1,2 | 0,12 | 0,3 | 0,8 |
| 18 | 160 | 25 | 0,7 | 2 | 2 | 4,5 | 1 | 0,12 | 0,4 | 0,7 |
| 19 | 180 | 20 | 0,6 | 1 | 2 | 5,5 | 1,5 | 0,12 | 0,3 | 0,8 |
| 20 | 120 | 20 | 0,7 | 1 | 2 | 4,5 | 1,42 | 0,12 | 0,3 | 0,8 |

4. ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Мультимедийный класс, оборудованные проектором и ПК с установленным программным обеспечением не ниже:

- 1) Операционная система Windows XP;
- 2) Калькулятор.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА.

Все промежуточные расчеты и окончательный расчет расхода проявляющего раствора для раствороподающей системы.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Расскажите о процессе струйной обработки и приведите схему.
- 2) Какие характерные зоны радиального течения жидкости вы знаете? Какими параметрами они характеризуются?
- 3) Как изменяется количество движения потока жидкости?
- 4) Как определяется суммарная сила трения при движении потока?
- 5) Как вычисляется производительность поточной линии или процессора?

7. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1) Стефанов, С. Допечатные технологии / С.Стефанов .- М. : Репроцентр-М, 2003.- 118с.
- 2) Цыганенко, А.М. Программные средства допечатных процессов : Учеб.пособие для вузов. Кн.3. Программы верстки / А.М.Цыганенко,В.М.Гасов;Моск.гос.ун-т печати.- М. : МГУП, 2000 .- 394с.

РАСЧЕТ ОПТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ЛАЗЕРНОГО СИНТЕЗИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА СИСТЕМЫ РЕКОРДЕРА СТР

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Цель работы: усвоение принципов расчета параметров оптической схемы лазерного синтезирующего устройства системы рекордера СТР, получение навыков расчета размеров пятна лазерного пучка на поверхности формного цилиндра для крайних положений синтезирующей головки.

Задачи работы: произвести расчет параметров оптической схемы лазерного синтезирующего устройства системы рекордера СТР.

2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Распространение лазерного излучения в оптических системах описывается с помощью пространственных параметров. К ним относятся диаметр и расходимость пучка, кривизна волнового фронта.

Под диаметром пучка лазерного излучения понимается диаметр поперечного сечения пучка лазерного излучения, внутри которого сосредоточена заданная доля его энергии или мощности.

Расходимость лазерного излучения - это плоский или телесный угол с вершиной, совпадающей с точкой пересечения оси резонатора с плоскостью перетяжки. Эту расходимость также называют угловой. Пространственные параметры лазерного пучка получают экспериментальным путем или рассчитывают по известным параметрам резонатора. Связь параметров пучка с параметрами резонатора определяется типом резонатора.

На рис. 1 представлен конфокальный резонатор, состоящий из двух зеркал 1,2 с радиусами r_1 и r_2 соответственно. В случае $r_1 = r_2$ перетяжка излучения будет находиться в центре резонатора, ее диаметр (для одномодового излучения) определяется выражением

$$\omega_0 = 2\sqrt{d/(2\nu)}, \quad (11.1)$$

где $\nu = 2\pi/\lambda$ - волновое число; d - длина резонатора.

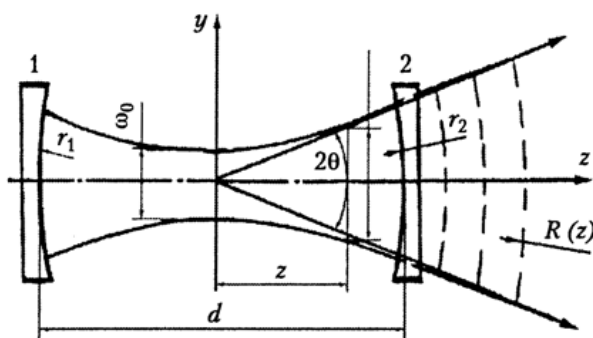


Рисунок 11.1. Схема конфокального резонатора.

Диаметр излучения на расстоянии z от перетяжки выражается формулой

$$\omega(z) = \omega_0 \sqrt{1 + (2z/d)^2}. \quad (11.2)$$

Радиус кривизны волнового фронта лазерного излучения в зависимости от координаты z определяется в виде

$$R(z) = z[1 + (d/2(z))^2]. \quad (11.3)$$

В частном случае, на поверхности зеркал, при

$$\omega(d/2) = 2\sqrt{d/v},$$

и при $z = 0$, т.е. в центре резонатора, $R \leftrightarrow \infty$.

Расходимость пучка при равномерном распределении энергии, что соответствует многомодовому характеру излучения, определяется равенством

$$\theta_p = k_\phi \lambda / (2y),$$

где $2y$ - размер диафрагмы на выходном зеркале; k_ϕ - коэффициент, зависящий от распределения энергии и формы активного элемента.

При равномерном распределении энергии для круглой диафрагмы $k_\phi = 1,22$ и для квадратной $k_\phi = 1$.

Расходимость лазерного пучка минимальна при генерации основной моды, при которой лазерный пучок имеет гауссово распределение энергии:

$$E(y) = E_0 \exp(-2y^2 / \omega^2)$$

где E_0 - энергия на оси пучка.

Тогда расходимость, соответствующая уменьшению амплитуды в e раз по сравнению с амплитудой на оси (или уменьшению энергии в e^2 раз), выражается так:

$$2\theta = 2\lambda / (\pi\omega_0) \quad (11.4)$$

Для обеспечения максимальной эффективности использования лазеров требуемые пространственные параметры их излучений получают путем формирования лазерных пучков оптическими системами.

В наиболее развитом из методов расчета характеристик лазерного излучения, так называемом методе конфокального параметра, излучение, генерируемое лазером с произвольным резонатором, представляется генерируемым с помощью гипотетического конфокального резонатора, имеющего один параметр в виде его длины

$$R_9 = f(r_1, r_2, d)$$

На основе этого параметра и длины волны излучения λ определяют положение перетяжки внутри резонатора, диаметры пучка и радиусы его кривизны.

Для изменения интенсивности лазерного излучателя пучок проходит через кристалл модулятора. При этом должны совпадать оси и сечения перетяжки и кристалла. Согласование лазерного пучка при известных его параметрах ω_0 , R_9 и кристалла с параметрами a, b обычно осуществляется с помощью линзы, установленной на пути излучения (рис. 11.2). С целью использования кристалла с минимальными поперечными размерами при заданной длине кристалла необходимо преобразовать лазерный пучок линзой H_1 так, чтобы получить наименьшие поперечные размеры пучка. Задача сводится к расчету оптимального конфокального параметра R'_{91} после преобразования пучка и выбору правильного положения плоскости перетяжки ω_1 .

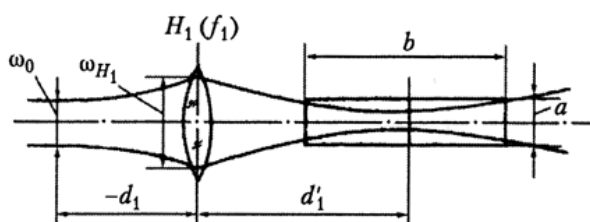


Рисунок 11.2. Схема согласования лазерного пучка с кристаллом модулятора.

Рассмотрим согласование пучка с параметрами кристалла. Для использования кристалла с минимальными поперечными размерами пучок, падающий на модулятор, должен быть сходящимся. Такой пучок может быть получен с помощью линзы (рис. 11.2). Очевидно, что перетяжка ω_1 внутри кристалла должна располагаться в его середине. В этом случае размеры пятна на торцах кристалла будут одинаковы и равны

$$\omega_{b/2} = \omega_1 \sqrt{\frac{(R'_{\vartheta 1})^2 + b^2}{(R'_{\vartheta 1})^2}} \quad (11.5)$$

где $\omega_1 = \sqrt{\frac{\lambda R'_{\vartheta 1}}{2\pi}}$ - размер перетяжки после линзы, м; λ - длина волны излучения лазера, м; $R'_{\vartheta 1}$ - конфокальный параметр пучка внутри кристалла, м; b - длина кристалла, м.

В формуле (11.5) не учитывается показатель преломления среды кристалла модулятора n . Если учесть эту величину, то середина кристалла должна быть сдвинута относительно плоскости перетяжки на величину

$$\delta \approx \frac{b(n-1)}{2n}$$

Если размер сечения пучка на торцах кристалла $\omega_{b/2}$ окажется больше сечения кристалла, задачу согласования описанным выше методом решить нельзя или она решается с потерями энергии излучения, что нежелательно. Если же поперечные размеры пучка лазера в плоскостях торцов значительно меньше сечения кристалла, то можно с помощью согласующей линзы получить меньшее значение $R'_{\vartheta 1}$. При этом выбирается более короткофокусная линза, т.е. уменьшаются размеры согласующей системы.

Задачу согласования пучка с размерами кристалла можно решить, допустив, что соотношения в пучке лазера и преобразования его линзой H_1 , подчиняются законам геометрической оптики. Тогда

$$f_1 = \frac{b\omega_{H_1}}{2a}, \quad (11.6)$$

где ω_{H_1} - сечение пучка лазера в главной плоскости линзы, м.

Определив фокусное расстояние f_1 , линзы H_1 , необходимо выполнить расчет $\omega_{b/2}$ по формуле (11.5) и $R'_{\vartheta 1}$ и d'_1 , по формулам

$$R'_{\vartheta} = \frac{R_{\vartheta}}{(1 + \frac{d}{f'})^2 + (\frac{R_{\vartheta}}{2f'})^2}, \quad (11.7)$$

$$d' = f' - \frac{4(f')^2(f' + d)}{4(f' + d)^2 + R_{\vartheta}^2}, \quad (11.8)$$

где R_{ϑ} и R'_{ϑ} - конфокальный параметр пучка соответственно до и после преобразования, м; f' - фокусное расстояние линзы, м; d и d' - расстояние от плоскости перетяжки до главной плоскости линзы соответственно до и после преобразования, м.

Для получения малой расходимости θ необходимо большое значение конфокального параметра R_9 . Эта задача решается при помощи двухлинзовой коллимирующей системы. Если с помощью первой линзы увеличить угловую сходимость лазерного пучка, то после перетяжки пучок будет быстро расходиться и большой размер пятна на второй линзе будет получен на сравнительно небольшом расстоянии.

В нашем случае выбор первой линзы H_1 , коллиматора осуществляется при согласовании лазерного пучка с модулятором в соответствии с (5.6). Фокусное расстояние f'_2 второй линзы H_2 (рис. 5.3) и положение ее относительно перетяжки, образованной первой линзой H_1 выбираются в зависимости оттого, задано фокусное расстояние или заданы габаритные размеры системы. Если задана величина f'_2 , то линзу H_2 следует установить на расстоянии $-d_2 = f_2$, чтобы перетяжка, образованная первой линзой H_1 совпадала с передней фокальной плоскостью второй линзы H_2 (рис. 11.3). Если задана величина d_2 , то максимальное значение R'_{92} достигается при условии

$$f_2 = -d_2 \left(1 + \frac{R'_{91}}{4d_2^2}\right) \quad (11.9)$$

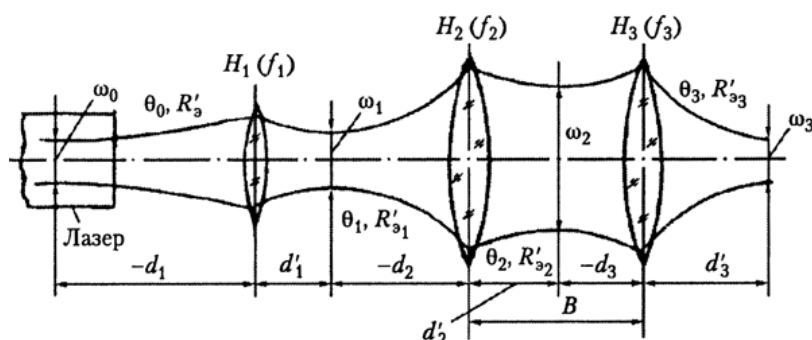


Рисунок 11.3. Оптическая схема лазерного синтезирующего устройства.

Величина $R'_{91}/4d_2^2$ очень мала, поэтому $-d_2 = f_2$, т.е. системы с заданными параметрами d_2 и f_2 практически совпадают между собой. В том случае, когда диаметр линзы H_2 ограничен по конструктивным соображениям, d_2 фактически задано f_2 определяется из условия (11.9).

Уменьшение расходимости характеризуется видимым увеличением коллимирующей системы, т.е. отношением расходимости на выходе системы к расходимости на входе (расходимости лазера). Это отношение также равно обратному отношению соответствующих размеров перетяжек, т.е. величине, обратной поперечному увеличению:

$$\Gamma = \frac{\theta_2}{\theta_0} = \frac{\omega_0}{\omega_2} = \frac{1}{\beta} \quad (11.10)$$

Первая линза коллиматора может быть положительной или отрицательной. Применение отрицательной линзы предпочтительнее, так как при этом длина коллиматора уменьшается.

При решении задачи фокусировки лазерного пучка в пятно малых размеров будем считать, что пятном малых размеров может служить перетяжка в лазерном пучке за фокусирующей линзой H_3 . Размер перетяжки зависит от конфокального параметра R'_{93}

после линзы H_3 . Получение минимального значения $R'_{\text{э}3}$ зависит не только от параметров самой оптической системы, но и от конфокального параметра исходного пучка $R'_{\text{э}2}$. Из соотношения (11.7) при заданных величинах d_3 и f'_3 можно получить качественную зависимость $R'_{\text{э}3}$ от $R'_{\text{э}2}$ вид которой представлен на рис. 11.4. Максимальному значению $R'_{\text{э}3}$ соответствует $R'_{\text{э}2} = 2(f'_3 + d_3)$.

Если величины f'_3 и d_3 заданы, то для получения максимального значения необходимо, чтобы значение $R'_{\text{э}2}$ как можно больше отличалось от значения $2(f'_3 + d_3)$ в ту или иную сторону.

Фокусирующая линза H_3 должна быть положительной с небольшим фокусным расстоянием f'_3 (рис. 5.4). Очевидно, что перетяжка ω_3 тем меньше, чем больше расстояние от перетяжки до линзы H_3 по сравнению f'_3 . Однако при увеличении d_3 растут размеры оптической системы.

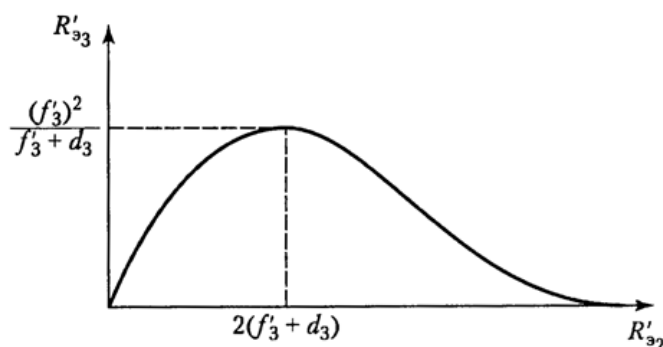


Рисунок 11.4. График качественной зависимости $R'_{\text{э}3} = \psi(R'_{\text{э}2})$.

При очень малых размерах перетяжки ω_3 , а также в том случае, когда пучок ограничивается апертурой оптических элементов, необходимо учитывать дифракционные увеличения размера пятна. Размер пятна можно определить по формуле

$$\omega_3 = \sqrt{\frac{\Delta R'_{\text{э}3}}{2\pi}} + K_D \lambda \frac{d'_3}{2a_{H_3}}, \quad (11.11)$$

где λ - длина волны излучения лазера, м; $R'_{\text{э}3}$ - конфокальный параметр после линзы, м; K_D - коэффициент, зависящий от формы апертуры и вида распределения интенсивности в пучке (табл. 11.1); a_{H_3} - апертурный размер фокусирующей линзы H_3 , м.

Таблица 11.1.

Значения коэффициента K_D .

| | | | | | | | | | |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| a_{H_3} / ω | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,8 | 2,2 |
| K_D | 1,22 | 1,25 | 1,28 | 1,34 | 1,43 | 1,55 | 1,74 | 3,42 | 3,73 |

Если фокусирующую линзу H_3 устанавливать на большем расстоянии от линзы H_2 , то размер сфокусированного пятна будет меньше. Однако степень уменьшения размера пятна с увеличением d_3 обычно невелика. Только при значениях $d_3 \gg f_3$ размер пятна заметно уменьшается. Следует учесть, что размеры пятна ω_3 будут различными для разных положений подвижной части оптической системы

синтезирующего устройства. Величина d_3 будет изменяться на величину хода подвижной части, т.е. длину формного цилиндра. В некоторых случаях изменения ω_3 могут сказываться на качестве записи изображения. Поэтому необходимо производить расчет предельных размеров пятна ω_3 .

3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ И УПРАЖНЕНИЯ

В качестве практического задания студентам предлагается произвести расчет параметров оптической схемы лазерного синтезирующего устройства системы рекордера СтР, определить потребную мощность лазера.

Для этого следует рассчитать минимальный поперечный размер (перетяжку) лазерного пучка ω_0 по выражению (11.4). Рассчитать конфокальный параметр резонатора R_9 (геометрически $R_9 = \frac{2\omega_0}{\theta_0}$). Вычислить поперечный размер пучка лазера

ω_{H_1} на главной плоскости H_1 первой линзы (геометрически $\omega_{H_1} = 2d_1 \tan \theta_0$). Определить фокусное расстояние первой линзы f_1 по выражению (11.6). Рассчитать значение конфокального параметра R_{91} после преобразования первой линзой коллиматора по выражению (11.7). Провести проверку правильности расчета фокусного расстояния f_1 . Для этого рассчитать по выражению (11.5) размер перетяжки на торцах

$\omega_{b/2}$. Если $\omega_{b/2} = a/2$, то f_1 выбрано правильно. Учитывая, что $\beta = \frac{f'_2}{f_1} = \sqrt{\frac{R'_{92}}{R'_{91}}}$,

рассчитать фокусное расстояние второй линзы f' . Рассчитать конфокальный параметр R'_{92} лазерного пучка после второй линзы. Принимая, что $d_2 = f'_2$, рассчитать расстояние d'_2 по выражению (11.8). Для крайних положений синтезирующей головки минимальное и максимальное расстояния: $d_{3\min} = B - d'_2$ и $d_{3\max} = d_{3\min} + A$. Определить соответствующие им конфокальные параметры пучка $R'_{93\min}$ и $R'_{93\max}$, учитывая, что

$R'_{93} = \frac{R'_{92}}{(1 + \frac{d_3}{f'_3})^2 + (\frac{R'_{92}}{2f'_3})^2}$. Вычислить расстояния $d'_{3\min}$ и $d'_{3\max}$, учитывая, что

$d' = f'_3 - \frac{4(f'_3)^2(f'_3 + d_3)}{4(f'_3 + d_3)^2 + R'^2_{92}}$. Определить размеры пятна $\omega_{3\max}$ и $\omega_{3\min}$ лазерного пучка

на поверхности формного цилиндра для крайних положений синтезирующей головки по выражению (11.11). Сравнить полученные величины и сделать вывод.

Рассчитать скорость транспортирования пластин v_n в поточной линии по выражению (10.22). Рассчитать радиус зоны активного воздействия обрабатывающего

раствора $R_{ак}$, исходя из того, что $t_{ак} = \frac{2n_{mp}n_p R_{ак}}{v_n}$. Рассчитать критический радиус зоны

радиального течения раствора $R_{ед}$ по выражению (10.19). Рассчитать количество форсунок n по выражению (10.21). Рассчитать скорость потока по выражению (10.18). При расчетах учесть, что $v = \mu / \rho$ и принять плотность раствора равной плотности воды.

Рассчитать скорость истечения струи из душирующей трубки U по выражению (10.3). Зная количество душирующих отверстий в секции, скорость истечения струи из отверстия и площадь душирующего отверстия, рассчитать расход раствора U_0 в секции,

как $V = n_{\partial\delta} n_{\delta} n \frac{\pi d_0^2}{4} U_0$. Выразить расход раствора в м³/ч.

| № вар. | Расх. лазера, $2\theta_0$, рад | Длина волны лазера, λ , мкм | Габариты кристалла модулятора, $a \times b$, мм | Фок. расст. фокусир. линзы, f'_3 | Длин форм-го цилиндра, A , м | Расст от лазера до 1-й линзы, d_1 , м | Линейное увеличение коллим-ра, β | Мин расст. между 2й линзой и фокусир. линзой, B , м | Аперт-й размер фокусир. линзы, a_{H_3} |
|--------|---------------------------------|-------------------------------------|--|------------------------------------|--------------------------------|---|--|---|--|
| 1 | $4,2 \cdot 10^{-3}$ | 1,06 | 3x73 | 25 | 0,42 | 0,8 | 4 | 0,6 | $0,1 \cdot 10^{-3}$ |
| 2 | $4,4 \cdot 10^{-3}$ | 1,06 | 3x65 | 30 | 0,42 | 0,7 | 5 | 0,7 | $0,2 \cdot 10^{-3}$ |
| 3 | $4,0 \cdot 10^{-3}$ | 1,06 | 4x70 | 25 | 0,35 | 0,8 | 6 | 0,6 | $0,1 \cdot 10^{-3}$ |
| 4 | $3,8 \cdot 10^{-3}$ | 1,06 | 3x73 | 30 | 0,35 | 0,7 | 4 | 0,7 | $0,2 \cdot 10^{-3}$ |
| 5 | $4,2 \cdot 10^{-3}$ | 1,06 | 3x65 | 25 | 0,42 | 0,8 | 5 | 0,6 | $0,1 \cdot 10^{-3}$ |
| 6 | $4,4 \cdot 10^{-3}$ | 0,69 | 4x70 | 30 | 0,42 | 0,7 | 6 | 0,7 | $0,2 \cdot 10^{-3}$ |
| 7 | $4,0 \cdot 10^{-3}$ | 0,69 | 3x73 | 25 | 0,35 | 0,8 | 4 | 0,6 | $0,1 \cdot 10^{-3}$ |
| 8 | $3,8 \cdot 10^{-3}$ | 0,69 | 3x65 | 30 | 0,35 | 0,7 | 5 | 0,7 | $0,2 \cdot 10^{-3}$ |
| 9 | $4,2 \cdot 10^{-3}$ | 0,69 | 4x70 | 25 | 0,42 | 0,8 | 6 | 0,6 | $0,1 \cdot 10^{-3}$ |
| 10 | $4,4 \cdot 10^{-3}$ | 0,69 | 3x73 | 30 | 0,42 | 0,7 | 4 | 0,7 | $0,2 \cdot 10^{-3}$ |
| 11 | $4,0 \cdot 10^{-3}$ | 0,63 | 3x65 | 25 | 0,35 | 0,8 | 5 | 0,6 | $0,1 \cdot 10^{-3}$ |
| 12 | $3,8 \cdot 10^{-3}$ | 0,63 | 4x70 | 30 | 0,35 | 0,7 | 6 | 0,7 | $0,2 \cdot 10^{-3}$ |
| 13 | $4,2 \cdot 10^{-3}$ | 0,63 | 3x73 | 25 | 0,42 | 0,8 | 4 | 0,6 | $0,1 \cdot 10^{-3}$ |
| 14 | $4,4 \cdot 10^{-3}$ | 0,63 | 3x65 | 30 | 0,42 | 0,7 | 5 | 0,7 | $0,2 \cdot 10^{-3}$ |
| 15 | $4,0 \cdot 10^{-3}$ | 0,63 | 4x70 | 25 | 0,35 | 0,8 | 6 | 0,6 | $0,1 \cdot 10^{-3}$ |
| 16 | $3,8 \cdot 10^{-3}$ | 0,85 | 3x73 | 30 | 0,35 | 0,7 | 4 | 0,7 | $0,2 \cdot 10^{-3}$ |
| 17 | $4,2 \cdot 10^{-3}$ | 0,85 | 3x65 | 25 | 0,42 | 0,8 | 5 | 0,6 | $0,1 \cdot 10^{-3}$ |
| 18 | $4,4 \cdot 10^{-3}$ | 0,85 | 4x70 | 30 | 0,42 | 0,7 | 6 | 0,7 | $0,2 \cdot 10^{-3}$ |
| 19 | $4,0 \cdot 10^{-3}$ | 0,85 | 3x73 | 25 | 0,35 | 0,8 | 4 | 0,6 | $0,1 \cdot 10^{-3}$ |
| 20 | $3,8 \cdot 10^{-3}$ | 0,85 | 3x65 | 30 | 0,35 | 0,7 | 5 | 0,7 | $0,2 \cdot 10^{-3}$ |

4. ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Мультимедийный класс, оборудованные проектором и ПК с установленным программным обеспечением не ниже:

- 1) Операционная система Windows XP;
- 2) Калькулятор.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА.

Все промежуточные расчеты и окончательный расчет оптической схемы лазерного синтезирующего устройства системы рекордера СтР.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Что такое конфокальный резонатор? Какова его схема? Основной принцип работы?
- 2) Что такое расходимость лазерного пучка? Как она вычисляется?
- 3) Расскажите о процессе согласования пучка с параметрами кристалла модулятора.

- 4) Каким образом можно уменьшить расходимость?
- 5) Что такое фокусирующая линза? Для чего она предназначена? Какими параметрами обладает?

7. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основная литература

1. Пантюхина Е.В., Котляров В.С., Пантюхин О.В. Перспективные технологии изготовления пищевой упаковки: учебник. Тула: Изд-во ТулГУ, 2018. 212 с.
2. Серова В.Н. Материаловедение в полиграфическом и упаковочном производствах: учебное пособие / Серова В.Н. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. — 332 с.
3. Мочалова Е.Н. Материаловедение и основы полиграфического и упаковочного производств : учебное пособие / Мочалова Е.Н., Мусина Л.Р.. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. — 148 с.

Дополнительная литература

1. Ильина О.В. Дизайн-конструирование тары и упаковки : учебное пособие / Ильина О.В.. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2017. — 48 с.
2. Ильина О.В. Конструирование и дизайн упаковки : учебное пособие / Ильина О.В. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2018. — 98 с.
3. Тара и упаковка [электронный ресурс]: журнал. — ISSN 0868-5568. Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=9731 - eLibrary.ru, по паролю.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <https://tsutula.bibliotech.ru/> - Электронный читальный зал “БИБЛИОТЕХ”: учебники авторов ТулГУ по всем дисциплинам. Режим доступа: по паролю.- Загл. с экрана
2. <https://www1.fips.ru> – Федеральный институт промышленной собственности [Электронный ресурс]. Режим доступа: свободный.- Загл. с экрана
3. <http://window.edu.ru> - Единое окно доступа к образовательным ресурсам: портал [Электронный ресурс]. Режим доступа: свободный.- Загл. с экрана
4. <http://cyberleninka.ru/> - НЭБ КиберЛенинка научная электронная библиотека открытого доступа. Режим доступа: свободный.- Загл. с экрана.