**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ**

**Кафедра ЭТТ**

**РЕФЕРАТ**

**На тему:**

**«Сборка зеркально-линзового объектива с приемником лучистой энергии (ПЛЭ). Комплексные испытания ЭОС»**

**МИНСК, 2008**

В качестве преобразующих оптических устройств ОЭП наведения и самонаведения летательных аппаратов широко используется зеркально-линзовая оптика.

На рис. 1,а представлена схема прибора, состоящего из защитного стекла 1, двух корригирующих линз 2 и 3, вторичного плоского зеркала 4, приемника лучистой энергии 5 и первичного сферического зеркала 6.

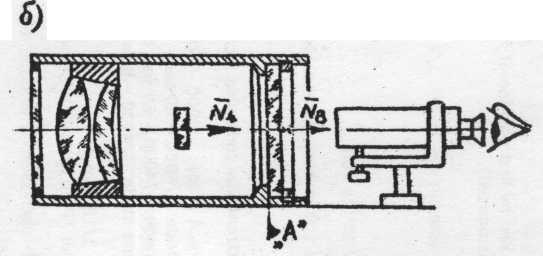
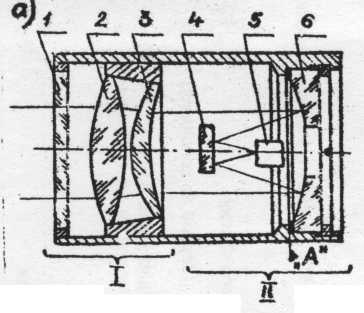
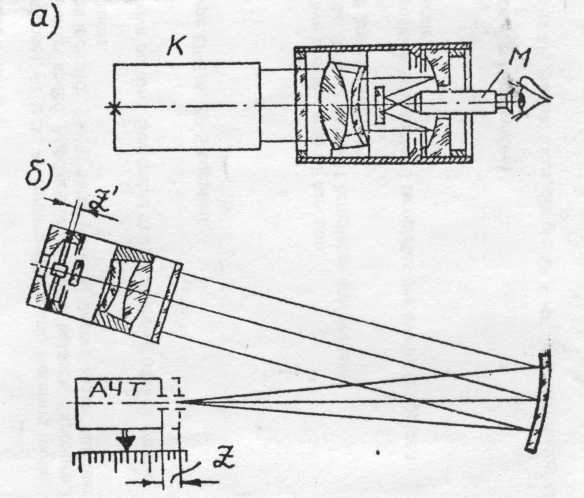


Рис.1

Действие узла в длинноволновом диапазоне длин волн определяет специфические особенности техпроцесса его сборки и юстировки. После геометрической юстировки узлов осуществляется фокусировка объектива на ПЛЭ в рабочем диапазоне длин волн с контролем фокусировки по сигналу. Условно (и конструктивно) объектив делится на линзовую часть I и зеркальную часть II. Юстировка части I сводится к обеспечению центрированности линзовых компонентов и выдерживанию воздушных промежутков между ними. Эти операции аналогичны сборке объективов насыпкой конструкции.

*Сборка узла II.* Сборочной базой узла II выбраны опорный торец А и посадочный диаметр зеркала 6. Плоское зеркало 4 укрепляется параллельно торцу узла А с помощью вспомогательной плоской пластины (рис. 1,б), нормаль которой Nв устанавливается параллельно визирной оси автоколлиматора. Центрированность линзовых и зеркальных компонентов объектива оценивается по дифракционному изображению точки в фокальной плоскости, которая рассматривается через микроскоп (рис. 2,а).

Остаточная нецентрированность линз объектива устраняется разворотом вокруг оси объектива узла с корригирующими линзами Установка ПЛЭ относительно фокальной плоскости объектива контролируется по максимуму сигнала, снимаемого с приемника, регулировка его положения - подбором толщины компенсационного кольца между базовой плоскостью А и сферическим зеркалом. В коллиматор устанавливается длинноволновый светофильтр. Компенсаторы выполняются ступенчатыми с разностью по толщине в 0,01 мм. Эта операция трудоемка и малопроизводительна.



Другая схема фокусировки представлена на рис. 2,б, на которой диафрагма АЧТ установлена в фокусе объектива зеркального коллиматора. Расфокусировав коллиматор на величину Z, добиваются максимального сигнала на ПЛЭ. По математической зависимости, связывающей величину Z' с Z , находят Z' и на эту величину изменяют толщину компенсатора. Так, если на сферическое зеркало при работе объектива падает параллельный пучок, то при совмещении фокусов контролируемого объектива и зеркального коллиматора Z' = Z(fo’/fk’). Следовательно, если Z' устанавливается с погрешностью 0,01мм, а отсчет перемещения АЧТ осуществляется по миллиметровой шкале, то fk’≥10fo’. В других конструкциях ОЭП имеются анализаторы изображения с модуляционными дисками, устанавливаемыми вблизи ПЛЭ, а оптические элементы вращаются вокруг оптической оси объектива. Неподвижными являются защитное стекло и приемник. Центрировка такого объектива усложняется, добавляется операция центровки модуляционного диска. Фокусировку объектива можно осуществить и в видимой области спектра с последующим перемещением зеркала или приемника на расчетную величину.

**Комплексные испытания ЭОС**

**Цель и виды испытаний при проектировании и производстве ЭОС.**

Основная цель испытаний ЭОС- выявление способности аппаратуры сохранять заданные свойства в условиях эксплуатации. Испытания являются завершающей стадией процессов проектирования и изготовления аппаратуры. На этапе проектирования испытывают макеты и экспериментальные образцы ЭОС

В соответствии с видом воздействия испытания разделяют на:

* комплексные;
* механические;
* климатические;
* электрические;
* электромагнитные;
* специальные и другие.

К комплексным испытаниям ЭОС относят испытания, в процессе проведения которых выполняется проверка работы ЭОС при воздействии на нее нескольких внешних воздействующих факторов, например: механических, климатических и электрических факторов.

К механическим испытаниям относят проверку работы ЭОС при воздействии на нее внешних механических факторов, например вибрации, ударов, акустического шума, проверку механической прочности в статических условиях, а также проверку моментов трения, моментов инерции.

К климатическим испытаниям относят испытания по выявлению способности ЭОС противостоять воздействию внешней среды, например повышенной и пониженной температуры, влаги, солнечной радиации и других факторов.

К электрическим испытаниям относят проверку качества монтажа и пайки ЭОС потребляемой мощности, сопротивления и прочности изоляции токоведущих частей.

К специальным испытаниям относят испытания ЭОС, работающей в особых условиях, например в условиях повышенной проникающей радиации при воздействии космических лучей, в условиях высокого вакуума и других.

Все виды испытаний включают контроль параметров и характеристик ЭОА при нормальных условиях и при воздействии внешних факторов. Выполняют испытания по программе. Программа устанавливает объект и цели испытаний, последовательность, объем, порядок, условия, место проведения и сроки проведения испытаний. Программа испытаний должна содержать методику испытаний.

**Испытания ЭОС на этапах проектирования.**

Процесс проектирования ЭОС.состоит из научно-исследовательских (НИР) и опытно-конструкторских (ОКР) работ.

В ходе НИР рассчитывают надежность, определяются основные параметры элементов и узлов ЭОС, изготавливают и испытывают макеты и экспериментальные образцы. Макеты испытывают, чтобы определить направления последующих конструкторских работ, выявить недостатки, проверить правильность технического решения. На основании полученных при выполнении НИР данных проводят ОКР по изготовлению ЭОС. В результате разрабатывают комплекты конструкторской документации и изготавливают опытные образцы ЭОС. Испытания опытных образцов состоят из двух этапов: предварительные (заводские) испытания и приемочные.

Предварительные испытания проводит разработчик ЭОС при участии соисполнителей, чтобы проверить соответствие опытных образцов требованиям технического задания и определить готовность опытных образцов к предъявлению на приемочные испытания.

Приемочные испытания проводят с целью проверки опытного образца на соответствие техническим требованиям в условиях максимально приближенных к реальным. Их проводят для определения возможности постановки ЭОС на производство.

**Испытания образцов серийного производства.**

В серийном производстве испытания подразделяют на приемосдаточные, периодические и типовые.

Приемосдаточные испытания, которым подвергаются 100% ЭОС проводят с целью проверки соответствия каждого экземпляра ЭОС основным требованиям технических условий.

Цель периодических испытаний - проверить соответствие ЭОС всем требованиям технических условий. Периодические испытания проводят один раз в течение оговоренного промежутка времени, как правило, не реже одного раза в год. Испытывают произвольно выбранные образцы ЭОС из числа выдержавших приемосдаточные испытания.

Цель типовых испытаний - проверить соответствие ЭОС требования ТУ в случаях изменения принципиальной схемы, конструкции или технологии изготовления аппаратуры, применяемых материалов или покупных изделий, а также по рекламации на ЭОА. При типовых испытаниях проверяются технические характеристики и параметры, на которые могли повлиять изменения схемы, конструкции, технологии, а также применяемых материалов и покупных изделий.

**Порядок испытаний. Программа испытаний.**

Каждый тип ЭОА, поступивший на испытания, обычно имеет технические условия на изготовление и приемку, в которые входят необходимые требования к испытаниям. Кроме этого для ЭОС существует ТЗ на проектирование, рабочие чертежи и описание в, которых приведены сведения о функциональном назначении ЭОС, параметрах и характеристиках, условиях эксплуатации. На основе этих материалов разрабатывают программу и методику испытаний, содержащую режимы, методику и видь испытаний с очередностью их проведения. Если в технических условиях нет необходимы: сведений для разработки программы и методики испытаний, используют ГОСТы, межведомственные нормали и другие руководящие документы. В программе также оговаривают виды испытаний, тип испытательного оборудования, тип контрольно-измерительной аппаратуры.

После разработки программы и методики проводят испытания. В испытания входят размещение ЭОС и измерительного оборудования определенным образом, осуществление заданного режима испытаний, измерение параметров, характеристик и определение работоспособности ЭОС во время испытаний. При проведении испытаний фиксируют время и ход испытаний, а также полученные промежуточные результаты в журнале испытаний. После проведения испытаний, полученные результаты обрабатывают, анализируют и оформляют в виде отчета или акта, содержащего программу и методику испытаний, протокол испытаний, выводы и рекомендации.

**Климатические и механические испытания ЭОС на оборудование для их проведения.**

К климатическим испытаниям относят испытания, в процессе которых имитируют условия эксплуатации ЭОС соответствующие различным климатическим зонам. К основным видам климатических испытаний относятся испытания на воздействие :

* повышенной и пониженной температуры;
* повышенной влажности;
* испытания на водонепроницаемость и водозащищенность;
* морского (соленого) тумана;
* пылезащищенность и пылеустойчивость;
* воздействие солнечной радиации;
* воздействие пониженного давления.

К механическим испытаниям относятся испытания, в процессе которых имитируются реальные условия эксплуатации при механических воздействиях. К основным видам механических испытаний относят:

* испытания на воздействие вибрации;
* испытания на воздействие удара;
* испытания на воздействие постоянного ускорения;
* испытания на механические воздействия при транспортировке;
* испытания на воздействие акустического шума.

При проведении климатических и механических испытаний различают испытания на прочность и устойчивость к внешнему воздействующему фактору. При испытаниях на прочность внешние факторы воздействуют на ЭОС находящуюся в нерабочем состоянии. После испытаний ЭОС включают и проверяют ее работоспособность и технические параметры и характеристики. Испытания на устойчивость ЭОС проводят в рабочем (включенном) состоянии. С помощью специальной контрольной аппаратуры проверяют способность ЭОС нормально функционировать и обеспечивать заданные параметры и характеристики при воздействии Внешних климатических и механических факторов.

*Климатические камеры для нагрева и охлаждения, термобарокамеры.*

Испытания ЭОС на воздействие повышенной и пониженной температур проводят в специальных камерах. В простейшем случае такая камера представляет собой замкнутый объем с теплоизоляционными стенками. Полезный объем камеры нагревают электронагревателями, расположенными по стенкам или трубопроводами через которые циркулирует горячая вода или пар, или путем подачи в камеру горячего воздуха. Температуру в камере выравнивают вентиляторами либо за счет конвекции. В некоторых моделях камер температура может доводиться до 200 ° С и более. Более сложные модели камер снабжены системами управления, которые позволяют задавать и контролировать законы изменения температуры в камере в течение всего цикла испытаний. В климатических камерах низких температур полость камеры охлаждают. Чаще всего используются системы охлаждения с компрессорной холодильной установкой. Температура внутри камер может достигать -50.. .-60 ° С.

ЭОА при пониженном давлении испытывают в барокамерах. Корпус барокамеры имеет прочные воздухонепроницаемые стенки и герметично закрывающиеся двери, люки, а также герметичные тоководы и разъемы. Давление воздуха регулируют насосами и автоматически поддерживают на заданном уровне. Контролируют давление при помощи манометров и вакуумметров.

*Камеры влаги. Камеры морского тумана.*

Камеры влаги представляют собой замкнутый объем внутри которого обеспечивается заданная влажность, степень которой может меняться. Увлажнение полости камеры может производиться испарением воды, впуском в камеру водяного пара, продуванием воздуха через воду, распылением воды. Сушат воздух в камерах при помощи веществ поглощающих влагу. В современных камерах соблюдается заданный режим температуры и влажности в диапазоне относительной влажности от 40 до 100 % и температуры от -10 до + 60 °С.

*Камеры морского тумана.*

Камеры используются для испытаний ЭОА на воздействие морского (соляного) тумана. Рабочий объем камеры, где поддерживается заданная температура, оборудуется специальной форсункой для распыления соляного раствора, подобного морской воде. Автоматическое устройство поддерживает необходимую концентрацию тумана.

*Камеры солнечной радиации.*

В качестве источника излучения в таких камерах используются ртутно-кварцевые лампы инфракрасного излучения и лампы ультрафиолетового излучения. Комбинацией ламп обеспечивается излучение требуемой силы со спектральным составом, близким к солнечному. Уровень засветки в камере проверяют фото датчиком, либо химическими средствами

**Особенности контроля ЭОП для УФ и ИК спектра**

Спектр электромагнитного излучения охватывает огромную область частот — от нескольких герц до Гц. В середине спектра, от до Гц, находится интервал, называемый оптическим, который охватывает длины воли от ультрафиолетовых до инфра­красных. Внутри оптического диапазона имеется узкая область спектра, в которой человек естественным образом получает большую информацию, чем от всей остальной части. Это область видимою излучения, ограниченная длинами волн от 0,38 до 0,78 мкм. УФ область спектра занимает интервал от 0,1 до 0,38 мкм, и ИК — от 0,78 до 14 мкм. В указанных диапазонах человеческий глаз уже не воспринимает электромагнитное излучение.



В настоящее время ОП, использующие невидимые для глаза области спектра, получили широкое распространение. Это связано как с особенностью ИК и УФ излучения, так и с тем, что многие объ­екты и процессы обладают собственным излучением в этих областях.

Организация сборки и юстировки таких ОП ничем не отличается от тех процессов, выполняемых для приборов, работающих в видимой области. Здесь также необходимо выполнять фокусировку и центрирование, регулировку масштаба изображения или увеличения и прочие операции. Однако осуществление контроля при этом прово­дится в других условиях, что связано с необходимостью восприятия УФ и ИК излучения. Особенности контроля, таким образом, не­посредственно связаны с особенностями самих приборов, к числу которых относятся:

1) использование невидимого глазом излучения;

2) применение специальных средств «визуализации» невидимого  
излучения (ЭОП, электронно-лучевых трубок и т. д.) пли приемни­ков УФ и ИК излучения;

использование специальных материалов для преломляющих  
и отражающих элементов ОП;

применение УФ и ИК источников излучения;

изменение некоторых показателей качества например разреша­ющей способности и т. п.

В качестве материалов в УФ и ИК приборах используются раз­личные марки стекол и ряд кристаллов, многие из которых харак­теризуются низкой стойкостью к влаге и механическим воздействиям. Это-обстоятельство требует создания особых условий не только. При изготовлении из них оптических деталей, но и при сборке.

Безусловно, основной особенностью таких приборов является использование соответствующих спектральных диапазонов излуче­ния, что приводит к необходимости выбора пригодных для этой цели источников и приемников.

В качестве источников УФ и ИК излучения широкое распростра­нение получили обычные лампы накаливания, которые излучают электромагнитное излучение в широкой области спектра. Для ис­пользования УФ и И К областей спектра в этом случае применяются фильтры с различной шириной полосы пропускания, поглощающие излучение ненужных спектральных интервалов. В настоящее время широкое применение нашли источники (ОКГ, светодиоды), излу­чающие в узкой полосе спектра. Существующие ОКГ излучают и в УФ, и в ИК спектральных областях. Их излучение является моно­хроматическим, а угол расходимости (для газовых ОКГ) не пре­вышает нескольких угловых минут. Светодиоды имеют излучение от 0,5 до 0,9 мкм с полосой пропускания около 40-100 нм и углом расходимости около 35° (для плоского световода).

Чрезвычайно разнообразны и приемники УФ и ИК излучения. Здесь можно применять приемники с внешним и внутренним фотоэффектом. Из первых наибольшее распространение получили фотоэлектрические умножители, имеющие спектральную область чувствительности от 0,3 до 1,2 мкм, высокую чувствительность до 10 мкА/лм, малый темповой ток от 0,05 до 5 мкА и низкую инер­ционность до с, однако для использования их необходимы источники высокого напряжения до 1,7 кВ. Из приемников с вну­тренним фотоэффектом широкое распространение получили фоторезисторы на основе халькогенидов свинца; интерметаллические германиевые фоторезисторы, работающие эффективно до 60 мкм при охлаждении до -190 °С; германиевые и кремниевые фотодиоды (мкм); фоторезисторы ( мк:) и др.



Фотодиоды часто объединяются в матрицы и линейки, имеющие свои схемы управления, например приборы с зарядовой связью (ПЗС). В настоящее время, поданным Д. Ф. Барба, разработаны монолитные ПЗС приемника на основе InSb (с использованием SiON в качестве изолятора). Имеются матрицы приемников с числом элементов 16х24, чувствительные элементы которых с площадью расположены с шагом 66 мкм. Плотность темпового тока при 77° К составляет 100 нА/ , спектральный диапазон — 3-5 мкм. В пер­спективе предполагается получение матриц с числом элементов 16 х64. Часто в ИК приборах используются электронно-оптические преобразователи ИК излучения в видимое.



Наличие соответствующих приемников излучения в составе при­бора позволяет осуществлять окончательную юстировку собранного OП с контролем параметров прибора при помощи собственных приемников.

Основные трудности проявляются в процессе предварительной сборки оптических и оптоэлектронных узлов прибора, когда тракт преобразования информации разорван. В этом случае обычно при­меняются два различных подхода к контролю качества юстировки: 1) с использованием видимого излучения; 2) юстировка в условиях, аналогичных условиям функционирования узлов, т.е. в УФ и ИК области спектра.

При осуществлении первого подхода узлы приборов юстируются с применением источников света, дающих видимое излучение. В ка­честве приемника излучения используется человеческий глаз. Опе­рационный контроль в процессе юстировки выполняется па тех же КЮП с использованием обычных методических приемов. При этом результаты выполнения котировочных операций (в частности, окон­чательное положение элементов прибора относительно котировочных баз) не соответствуют реальному их положению при нормальном функционировании ОП. Это определяется различием в длинах волн, применяемых при функционировании и юстировке , что влияет на показатель преломления. Например, при изготовлении силовой оптики из фтористого бария, имеющего (для =0,589 мкм), его показатель преломления для =2,0 мкм примет значение =1,4646, а для =6,0 мкм - 1,4440. Такое изменение n приведет при переходе от юстировки к функционирова­нию к изменению фокусного расстояния линзы на величину =2,7 мм (для=2 мкм) и =11,4 мм (для =6,0 мкм).  
Эти значения получены для линзы с 30 мм и =50 мм.  
Существенно зависит от разрешающая способность оптических  
систем: например, для зрительных труб (при =1,2 мкм) критерий  
Рэлея выглядит как β=300/D и как β=138/D (при =0,55 мкм),  
т. е. β в ИК области ухудшается почти в 2,5 раза. Естественно, что  
подобные изменения можно прогнозировать, но осуществление кот-  
роля при таком подходе крайне неудобно.



Материалы, применяемые для ИК иди УФ областей, непрозрачны для видимой области, например кремний, имеющий n = 3,56 для =1 мкм. Понятно, что юстировка и контроль оптики, изготовленной из таких материалов, в видимой области спектра вообще невозможны.



Отсюда следует, что единственно приемлемым в настоящее время является контроль подобных ОП именно в той области спектра, для которой они предназначены. Этому во многом способствует, как указывалось выше, появление большого количества приемников излучения, предназначенных для УФ и ИК областей спектра.

Рассмотрим метод юстировки блока призм Дове для ближней ИК области. Необходимость в изготовлении крупных призм Дове из частей — призм Дове меньших размеров — диктуется экономическими и технологическими соображениями. Однако при склейке вследствие погрешности углов при основании и смещений частей на клею в поле зрения прибора получается несколько изобра­жений, так как из-за указанных погрешностей составная призма эквивалентна четырем зеркалам с отражающим" поверхностями, не параллельными оси пучка лучей. Контроль склейки призмы вы­полняется на установке, состоящей из зеркального коллиматора и зрительной трубы с ИК видиконом.

Часто в процессе юстировки используют оптоакустичиские уста­новки U§H, позволяющие преобразовать ИК излучение в звук, сила которого пропорциональна энергии излучения. Такие устрой­ства могут оказаться полезными при юстировке и центрировке опти­ческих систем в процессе предварительного ориентирования эле­ментов относительно энергетической оси пучка излучения, приня­того в качестве базы.

Известны визуализаторы ИК излучения ОКГ, которые могут применяться при центрировке оптических систем относительно заданных баз.

Широкое применение для «визуализации» ИК и УФ излучения получили жидкие кристаллы, которые изменяют окраску в за­висимости от интенсивности-излучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник конструктора оптико-механических приборов под редакцией Панова В.М., Машиностроение, 2000. - 742с.
2. Справочник технолога-оптика под редакцией М.А. Окатова, Политехника Санкт-Петербург, 2004. - 679 с.
3. Запрягаева Л.А., Свешникова И.С. Расчет и оптических систем. М. Логос, 2000. - 581 с.
4. Апенко М.И., Запрягаева Л.А., Свешникова И.С. Задачник по прикладной оптике, Высшая школа, 2003. - 591 с.
5. Прикладная оптика под редакцией Дубовика А.С Машиностроение, 2002. - 470 с.
6. Погарев Г.В. Юстировка оптических приборов Машиностроение, 2002. - 320 с.
7. Якушенков Ю.Г. Основы оптико-электронного приборостроения. ЭКСМО, 2007.- 270 с.