

1. Воздействие мощного лазерного излучения на поверхность полупроводников и металлов: нелинейно – оптические эффекты и нелинейно – оптическая диагностика / С.А. Ахманов [и др.] // Успехи физических наук. – 1985. – Т. 147. – Вып. 4. – С. 675–745.
2. Маркевич, М.И. Структурные превращения в тонких металлических пленках при импульсном лазерном воздействии / М.И. Маркевич, А.М. Чапманов // Известия Национальной академии наук Беларуси. – 2016. – № 1. – С. 28–34.
3. Анисович, А.Г., Румянцова, И.Н. Практика металлографического исследования материалов. – Минск: Белорусская наука, 2013. – 221 с.

УДК 681

## ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕРФЕРОМЕТРА ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕРКАЛА

*Артюхина Н.К., Самусенко А.А.*

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь.*

В настоящее время интерферометры являются незаменимыми инструментами при оценке качества формы в оптическом производстве. Они используются в измерительных системах для контроля плоскостности и сферичности оптических поверхностей, измерения радиуса кривизны и оптических параметров линз [1].

При проектировании интерферометра следует учесть ряд немаловажных факторов, которые оказывают влияние на эксплуатационные, технические и иные характеристики прибора. Все они изначально включаются в техническое задание.

Техническое задание является исходным материалом для создания интерферометра. Поэтому техническое задание (сокращенно ТЗ) в первую очередь должно содержать основные технические требования к продукту и отвечать на вопрос, что данная система должна делать, как работать и при каких условиях. Как правило, этапу составления технического задания предшествует проведение обследования предметной области, которое завершается созданием аналитического отчета. Именно аналитический отчет (или аналитическая записка) ложится в основу технического задания. [2].

Если в отчете требования заказчика могут быть изложены в общем виде и проиллюстрированы UML-диаграммами, в техническом задании следует подробно описать все функциональные и пользовательские требования к системе. Чем подробнее будет составлено техническое задание, тем меньше спорных ситуаций возникнет между заказчиком и разработчиком во время приемочных испытаний.

Таким образом, техническое задание является документом, который позволяет как разработчику, так и заказчику представить конечный продукт и впоследствии выполнить проверку на соответствие предъявленным требованиям. [3].

Техническое задание, как правило, включает следующие разделы:

- общие сведения о системе (программе);
- назначение, цели и задачи системы (программы);

- требования к системе (функциональные требования, пользовательские требования, требования к системе в целом и тд);

- требования к видам обеспечения;
- требования к документированию;
- стадии и этапы разработки;
- порядок контроля и приемки системы (программы).

При проектировании интерферометра, основным назначением которого является контроль качества поверхностей крупногабаритных зеркал; дополнительным – контроль качества оптических деталей со сферическими поверхностями, указываются его основные технические параметры. К ним относятся:

- максимальные габаритные размеры;
- максимальный вес;
- рабочая длина волны;
- диаметр рабочего светового пучка;
- тип приемника изображения;
- пзс-камера;
- тип источника света;
- режим измерения;
- длина кабелей;
- напряжение питания.

Также в техническом задании задаётся принцип работы интерферометра и приводится принципиальная оптическая схема. Так, в ней световой пучок от лазера 1 с помощью микрообъектива 2 фокусируется на диафрагме 3, расположенной в фокальной плоскости коллиматорного объектива 4. Параллельный пучок света, вышедший из объектива 4, проходит через первую поверхность светоделителя 5, расположенного под углом 45 град к оси пучка, и разделяется на два пучка, один из которых отражается от второй поверхности светоделителя, отражается от зеркала 6 и проходит обратно к зеркалу 7, а второй пучок проходит через светоделитель 5 и объектив 9 к контролируемому зеркалу, возвращается обратно и, отразившись от второй поверхности светоделителя, тоже попадает на зеркало 7. Эти световые пучки формируют интерференционную картину, которая объективами 11-1 и 11-2 проецируется на поверхности матовой пластинки 13. Объективы

11-1 (проекторный) и 11-2 (фокусирующий) обеспечивают оптическое сопряжение плоскостей апертурной диафрагмы контролируемой детали и матовой пластинки 13 так, чтобы изображение края детали было резким. Матовая пластинка 13 непрерывно вращается для уничтожения спекл-структуры изображения. Панкратическая система 14 проецирует изображение с матовой пластинки 13 на чувствительную площадку ПЗС-камеры 12, обеспечивая изменение масштаба изображения. Поляризатор 10 предназначен для регулировки уровня освещенности изображения на фотоприемнике.

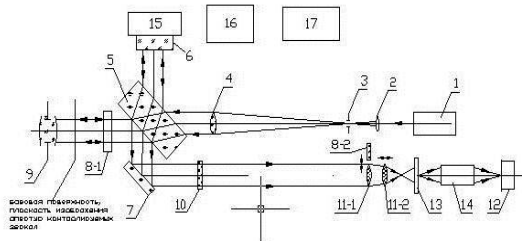


Рисунок 1 – Принципиальная оптическая схема: 1 – лазер; 2 – микрообъектив; 3 – диафрагма; 4 – коллиматорный объектив; 5 – светоделитель; 6, 7 – зеркало; 8 – ослабитель; 9, 11 – объектив; 10 – поляризатор; 12 – ПЗС-камера; 13 – матовая пластинка; 14 – панкратическая система

В дальнейшем в техническом задании на интерферометр указываются требования по конструктивному варианту исполнения интерферометра. Однако, одним из самых важных моментов является задача максимально точно определить

требуемые параметры элементов, входящих в состав прибора, и указать их основные эксплуатационные характеристики.

Так, для лазера изначально определяются следующие параметры: тип, длина волны излучения, длина когерентности, режим работы, мощность, вариант крепления в корпусе и длина сетевого кабеля питания.

Важное значение имеет максимально точный выбор и иных компонентов, входящих в оптическую схему интерферометра. Здесь следует внимательно относиться к линзам, входящим в состав объектива, светоделителям и зеркалам. На каждый из данных элементов следует задать характеристики, которые в общем итоге позволят получить требуемое качество работы интерферометра и уменьшат суммарную погрешность измерения.

В техническом задании отмечается и тот факт, что дизайн интерферометра должен иметь современный вид, а сам прибор соответствовать требованиям по безопасности, эргономике и энергосбережению.

Однако, техническое задание не носит окончательное значение и в процессе дальнейшей работы по разработке интерферометра отдельные узлы и компоненты могут быть изменены.

1. Коломийцев Ю.В. Интерферометры. Основы инженерной теории, применение. – Л., Машиностроение, 1976. – 296 с.;
2. ГОСТ 19.201-78. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению.
3. ГОСТ 34.602.89. Техническое задание на создание автоматизированной системы.

УДК 535.317

## КОРРЕКЦИЯ КРИВИЗНЫ ИЗОБРАЖЕНИЯ В ТРЕХЗЕРКАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ С ПРОМЕЖУТОЧНЫМ ИЗОБРАЖЕНИЕМ

Артюхина Н.К., Ключко Т.Р., Чернавчиц Д.А.

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Национальный технический университет «Киевский политехнический институт имени И. Сикорского»  
Киев, Украина

Современные зеркальные системы находят широкое применение в различных оптических приборах, работающих как в инфракрасной, так и в ультрафиолетовой областях спектра. В них отсутствуют хроматические aberrации для любых значений оптических характеристик. Двухзеркальные системы наиболее широко исследованы и классифицированы [1]. Системы из трех зеркал обладают более широкими aberrационными возможностями по сравнению с ними. Представляет практический интерес разработка конструкций светосильных зеркальных объективов с увеличенным углом поля зрения, имеющих плоское изображение [2].

В работе проводится исследование возможности получения план-коррекции в трехзеркальном анастигмате. Предполагается также апланатическая коррекция [3]. В процессе анализа использованы оптические схемы базовых систем, представленных

на рисунке 1 (одно из зеркал имеет центральное отверстие для прохождения светового пучка лучей). В объективах лучи претерпевают по одному отражению от каждого из зеркал.

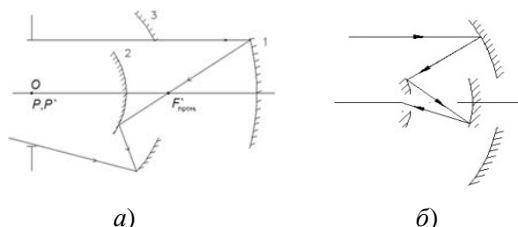


Рисунок 1 – Схемные решения трехзеркальных объективов с промежуточным изображением

Рассмотренные объективы состоят из двух вогнутых зеркал и одного выпуклого и имеют промежуточное изображение. Схема (рис.1, а) состоит из сферических зеркал с концентрическим расположением, где кривизна