

К. С. Редколес¹, И. О. Михайлов¹

Разработка принципа складирования линз и работы информационно-измерительного комплекса для селективной сборки бинокулярных оптических приборов

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация
* e-mail: redkoles20@mail.ru

Аннотация. Наиболее важной составной частью оптической схемы бинокулярных приборов является объектив. Для обеспечения требуемого качества функционирования многокомпонентных объективов бинокулярных устройств при их массовом производстве можно и нужно воспользоваться селективными методами подбора необходимых комплектующих. Смысл такого подбора и его значение – взаимная компенсация отклонений параметров комплектующих изделия от номинальных значений. Методы селективной сборки относятся к классу современных новейших технологий. К основным характеристикам объектива, требующим измерения и аттестации, в первую очередь, относится фокусное расстояние. В настоящее время в практике оптической измерительной лаборатории чаще используются фотоэлектрические методы контроля, чем визуальные. Весомым преимуществом автоматизированных контрольно-измерительных приборов, предназначенных для оптических измерений, является возможность модернизации, встраивание их в автоматические контрольно-измерительные и контрольно-разбраковочные комплексы, которые в свою очередь можно использовать в массовом производстве. Цель статьи заключается в разработке концепции измерительного комплекса для автоматического подбора оптических компонентов бинокулярных приборов.

Ключевые слова: измерительное устройство, бинокулярный прибор, селективный подбор, фокусное расстояние, объектив, массовое производство

K. S. Redkoles^{1}, I. O. Mikhailov¹*

Development of the principle of storing lenses and the operation of an information-measuring complex for the selective assembly of binocular optical devices

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

Abstract. The most important component of the optical design of binocular devices is the lens. To ensure the required quality of functioning of multicomponent lenses of binocular devices during their mass production, it is possible and necessary to use selective methods for selecting the necessary components. The meaning of such a selection and its significance is mutual compensation of deviations of the parameters of the product components from the nominal values. Selective assembly methods belong to the class of modern, cutting-edge technologies. The main characteristics of a lens that require measurement and certification primarily include focal length. Currently, in the practice of an optical measuring laboratory, photoelectric control methods are more often used than visual ones. A significant advantage of automated instrumentation designed for optical measurements is the possibility of modernization, their integration into automatic instrumentation and inspection complexes,

which in turn can be used in mass production. The purpose of the work is to develop the concept of a measuring complex for automatic selection of optical components of binocular devices.

Keywords: measuring device, binocular device, selective selection, focal length, lens, mass production

Введение

На данный момент биноккулярные устройства являются одними из самых популярных классов оптических приборов. Острая необходимость их применении в гражданской и военной практике заставляет совершенствовать все сферы, касающиеся производства данных приборов.

Для обеспечения современных качественных требований применяют многолинзовые объективы сложной конструкции, состоящие из трех и более линз.

Для обеспечения требуемых характеристик качества многокомпонентных объективов биноккулярных устройств перспективным является селективный метод комплектования пар оптических деталей. Такой подбор позволяет исключить повышение требований к точности изготовления линз при сохранении качественных характеристик пар объективов для биноккулярных приборов. Методы селективной сборки относятся к классу современных новейших технологий.

Для повышения эффективности учета, хранения, складирования линз и выбора их при селективной сборке предлагается вариант контрольно-измерительного комплекса, работающего в автоматическом режиме и рассчитанного на серийное и массовое производство.

Особенности оптических биноккулярных приборов

На данный момент для определения фокусного расстояния линз и систем в основном используют визуальные методы, например автоколлимационный метод, метод увеличения и другие. Данные методы дают достаточно высокий уровень точности, но имеют ряд существенных недостатков, таких как большие габаритные размеры, сложность выполнения измерения, а главное, невозможность использования в массовом производстве. Так как на одно измерение тратится много времени, то контроль можно осуществлять только выборочно, при этом есть вероятность попадания бракованного объектива на сборочный участок.

Современными являются методы, позволяющие автоматизировать процесс измерения, измерять линзы с различным фокусным расстоянием без изменения настроек прибора, выполнять одно измерение за короткое время. Этим требованиям соответствуют автоматические методы. Они являются перспективными, но на данный момент приборов, построенных по этим методам, предприятия не выпускают.

Принцип складирования и хранения линз

Готовые детали, в частности линзы, складываются и хранятся на производстве в ящиках. Такой способ хранения не соответствует принципам автоматизации в современном серийном и массовом производстве оптических и оптико-электронных приборов, он не позволяет выполнять поштучный учет каждой детали с выборкой их по оптическим характеристикам.

Для хранения и автоматизации процесса селективной сборки предлагается метод хранения линз, основанный на специализированных кассетах, содержащих QR-код с информацией о характеристиках изделия, детали, входящей в состав изделия и параметрах кассеты, необходимых для автоматизации процесса измерения фокусного расстояния (рис. 1). Кассеты являются функциональным узлом информационно-измерительного комплекса, рассматриваемого ниже.

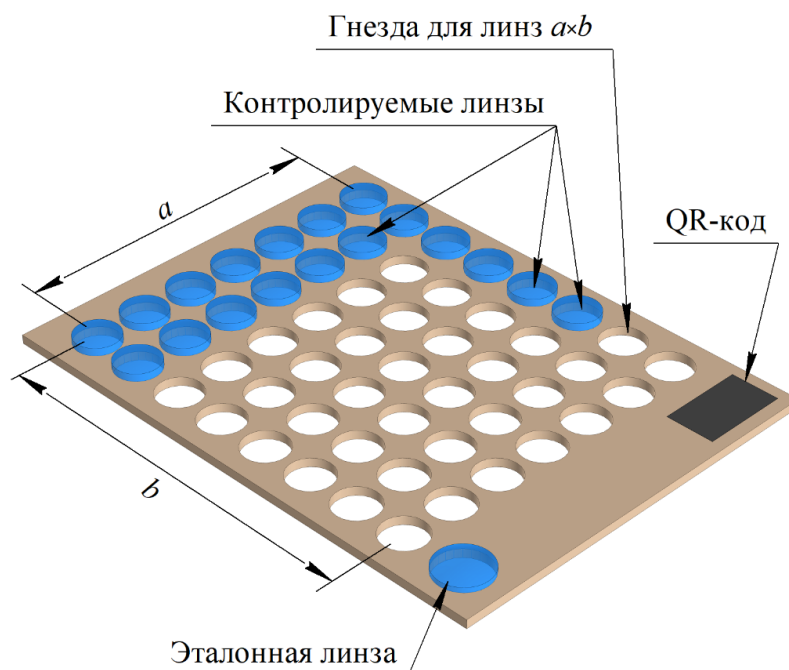


Рис. 1. Кассета для складирования линз

В рассматриваемом случае необходима информация, записываемая в QR-коде: обозначение линзы, ее номинальное фокусное расстояние (в соответствии с оптической схемой); уникальный номер кассеты, ее габаритный размер $a \times b$, количество ячеек по каждой из сторон. Автоматическое измерение фокусного расстояния каждой из линз выполняется методом сравнением с эталонной линзой, располагаемой в одной из ячеек. Предполагается одна линза, в первой кассете для партии деталей. Каждой из линз присваивается номер, соответствующий ячейке, и записывается в базу данных совместно с измеренным фокусным расстоянием и уникальным номером кассеты. При необходимости выбора линзы из базы данных извлекается информация о номере кассеты и ячейке с линзой необходимого фокусного расстояния.

Измерение фокусных расстояний линз выполняется на информационно-измерительном комплексе в кассетах, предназначенных для их складирования и хранения.

Принципиальная компоновочная схема измерительного устройства

В ходе проектирования информационно-измерительного устройства была разработана его принципиальная компоновочная схема, приведенная на рис. 2.

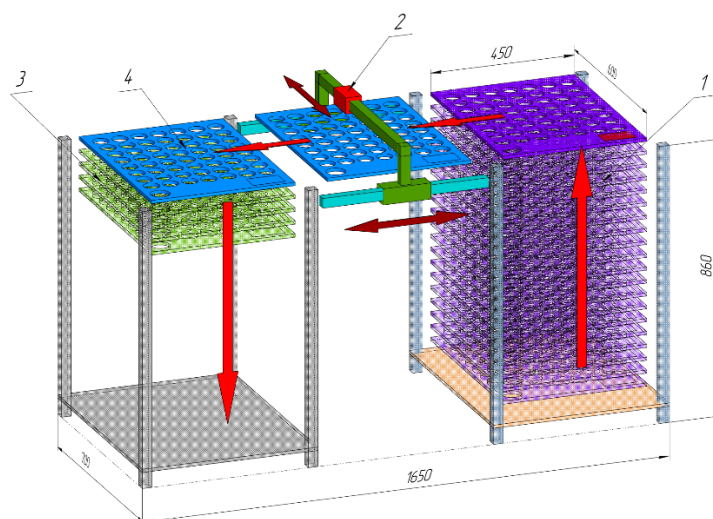


Рис. 2. Компонентная схема измерительного комплекса:

1 – загрузочный модуль; 2 – измерительный модуль; 3 – приемный модуль; 4 – кассета с контролируемыми компонентами

В ходе сбора информации, оценки альтернативных вариантов в процессе проектирования, было принято конструкторской решение о вхождении в структуру компоновочной схемы четырех составляющих. В компоновочную схему входят загрузочный модуль, измерительный модуль, приемный модуль и кассета с компонентами, проходящая весь цикл. Кассета с контролируемыми компонентами 4, поступает в загрузочный модуль, далее двигается и проходит через измерительный модуль 2 и попадает в приемный модуль 3. Пройдя весь цикл, информационно-измерительное устройство выполняет поставленную задачу измерения фокусного расстояния и внесения информации в базу данных.

Партия деталей, прошедшая процесс контроля, перемещается к месту складирования, откуда по мере необходимости выбираются линзы с необходимыми фокусными расстояниями для отправки на сборочный участок селективной сборки.

Следует отметить, что предлагаемый принцип измерения и складирования предполагает высокий уровень автоматизации, в частности с применением манипуляторов, поэтому экономическая эффективность возможна только в условиях крупносерийного и массового производства оптических и оптико-электронных приборов.

Отдельно следует выделить проблему разработки эффективного автоматического модуля измерения фокусного расстояния линз.

Заключение

В процессе работы был произведен анализ существующих методов по измерению фокусных расстояний оптических деталей. Наиболее перспективным из них является бесконтактный метод измерения. В предлагаемом комплексе предполагается автоматизированный бесконтактный метод измерений, основанный

на измерении расстояния между сходящимися пучками лучей за контролируемым оптическим компонентом. Отличительными способностями комплекса является полная автоматизация процесса измерений и складирования для массового производства. Поскольку устройство автоматизировано, то в него входит электронный блок управления, в котором могут быть заданы поправки. Прибор работает в связке со стационарным компьютером или может встраиваться в контрольно-разбраковочные комплексы цехов и лабораторий приборостроительных предприятий.

В ходе работы был предложен принцип измерения фокусных расстояний линз и их складирования с высокой степенью автоматизации. Был представлен общий вид устройства с изображением функциональных узлов и измерительным модулем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Автоматизация проектирования технологических процессов в машиностроении / Под ред. Н.М. Капустина. — М.: Машиностроение, 1985. — 415 с.
2. Аксененко М. Д., Бараночников, М. Л., Смолин О. В. Микроэлектронные фотоприемные устройства - М.: Энергоатомиздат. 1984. — 209 с.
3. Афанасьев В. А. Оптические измерения : учебник для вузов / В. А. Афанасьев; под ред. Д.Т. Пуряева. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Высшая школа, 1981. — 229 с.
4. ГОСТ 13095-82. Объективы. Методы измерения фокусного расстояния. — Введ. 1984 — 01 — 01. — М.: Изд-во стандартов, 1988. — 12 с.
5. Еськова Л.М. Оптические измерения : учебное пособие. — Л.: ЛИТМО. 1984. — 90 с.
6. Креопалова Г. В. Оптические измерения : учебник для вузов / Г. В. Креопалова, Н. Л. Лазарева, Д. Т. Пуряев. — М.: Машиностроение, 1987. — 264 с.
7. Кузнецов А. К. Метрология : / учебник для вузов / А. К. Кузнецов, А. Н. Исаев, И. И. Шайко. — М.: Наука, 2006. — 345 с.
8. Математическая модель фокометра. : сайт. — URL: http://mikron.narod.ru/special/stati/stat_03/index.htm (дата обращения : 01.05.2022). Режим доступа : открытый. — Текст : электронный.
9. Патент 1428968 СССР, G01M 11/00. Фокометр; № 4106503; заявл. 16.04.1986; опубл. 07.10.1988/ Пизюта, Б.А., Сырова, Г.А., Шульженко, П.Ф.; заявитель и патентообладатель Новосибирск. институт инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии. — 7 с.
10. Патент 1428969 СССР, G01M 11/00. Фокометр; № 4111334; заявл. 16.04.1986; опубл. 07.10.1988/ Пизюта, Б.А., Сырова, Г.А., Шульженко, П.Ф.; заявитель и патентообладатель Новосибирск. институт инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии. — 9 с.
11. Патент 1383127 СССР, G01M 11/00. Фокометр; № 4710068; заявл. 12.05.1989; опубл. 30.11.1991/ Пизюта Б.А.; заявитель и патентообладатель Новосибирск. институт инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии. — 5 с.
12. Патент 1048346 СССР, G01M 11/00. Фокометр; № 4810194; заявл. 22.06.1989; опубл. 12.02.1992/ Пизюта Б.А., Сырова Г.А.; заявитель и патентообладатель Новосибирск. институт инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии. — 4 с.
13. Пизюта Б. А. Новые оптико-электронные приборы для оптических измерений : учеб. пособие для вузов / Б. А. Пизюта, И. О. Михайлов. — Новосибирск: СГГА, 1996. — 77 с.
14. Погарев Г.В. Юстировка оптических приборов/ Г.В. Погарев. — М.-Л.: Машиностроение, 1968. — 237 с.