УДК535.813.1

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОННО-ОПТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

А.С. САМЕДОВ*, Н.Г. ДЖАВАДОВ**, К.А. АСКЕРОВ***

Статья посвящена инновационным технологиям в области стратегически важной оптической отрасли промышленности, которые определяют дальность видения оптико-электронных приборов и точность прицеливания, являющихся одним из необходимых и важных условий укрепления обороноспособности и безопасности страны. Продумано конструктивно-технологическое инженерное решение, исключающее все возможные недостатки в производстве объективов с расчетными воздушными промежутками с помощью токарного станка с числовым программным управлением.

Ключевые слова: *электронно-оптические приборы, приборы ночного видения, объектив, инновационная технология, конструктивно-технологическое решение.*

Введение. В настоящее время оптическое приборостроение является наукоемкой сложной отраслью промышленности, во многом определяющей уровень обороноспособности страны, уровень научных исследований в биологии, медицине, астрономии, геологии, химии и других сферах научной и промышленной деятельности.

Состояние проблемы. На международном рынке оптико-электронных приборов существует жесткая конкуренция. Сложность производства высококачественных объективов с расчетными воздушными промежутками, являющихся основным узлом оптико-электронных приборов, заключается в том, что необходимо обеспечить точность сборки линз в корпусе, измеряемую микронными допусками по отклонению линз от единой оптической оси и расстояний между линзами, причем исполнительные размеры индивидуальны для каждого объектива даже одного типа. Кроме того, необходимо исключить давление на линзы колец, крепящих линзы в оправах объективов, так как давление вызывает возникновение напряжений в линзах и деформацию сферических поверхностей линз, что, в свою очередь, резко ухудшает качество изображения. Сборку объективов с расчетными воздушными промежутками вы-

* Национальная академия авиации Азербайджана
** Азербайджанская Инженерная академия
*** МОП Азербайджана

полняют, как правило, рабочие высшей квалификации, причем оптимальное качество объективов вовсе не гарантировано.

В оптико-механическом производственном объединении при МОП Азербайджана ведутся научно-исследовательские работы по улучшению оптических параметров и надежности электронно-оптических приборов. Предприятия аттестованы для выпуска изделий специального назначения, имеют представительство заказчика, оснащены всем необходимым технологическим, контрольно-юстировочным и механико-климатическим испытательным оборудованием, имеют высококвалифицированные кадры с достаточным опытом работы по сборке и выпуску приборов специального назначения [1-4].

Цель работы – осветить проблемные стороны сборки объективов с расчетными воздушными промежутками, в том числе точности сборки линз в оправах и в корпусе изделия.

Постановка задачи. В настоящее время появились электронно-оптические преобразователи с повышенными характеристиками по пределу разрешения, обеспечивающие этот предел до 70 и выше пар линий на миллиметр (например, электронно-оптический преобразователь ДЕР французской фирмы «Photonic»). Однако имеющиеся оптические схемы объективов для приборов ночного видения и существующие конструкции и технологии их серийного производства обеспечивают ограниченную контрастность изображения объективов, дающую предел разрешения около 50 пар линий на миллиметр с электронно-оптическими преобразователями, что существенно снижает дальность видения приборов применения [5, 6].

Решение задачи. Творческий коллектив оптико-механического производственного объединения при МОП Азербайджана, имеющий большой опыт научной, конструкторской и производственной работы, с участием ученых Национальной академии авиации Азербайджана разработали новую оптическую схему объективов для дневных прицелов и приборов ночного видения на базе любых оптических стекол (рис.1)

Разработаны также новые конструкции и технологии производства объективов с расчетными воздушными промежутками, обеспечивающих исключительно высокую контрастность изображения объектива при работе с электронно-оптическими преобразователями 2^{+} (два плюс поколения) и с преобразователями третьего поколения с арсенид-галлиевым фотокатодом (рис.2).

Объектив подходит для применения и модернизации изделий монокуляр типа А-100 с обеспечением дальности опознания цели по общепринятым критериям в активном режиме около 800 м с ЭОП производства «Photonis» [1]. При этом можно добиться предела разрешения не менее 100 пар линий на миллиметр. Оптическая схема объектива в области конструкции и технологии производства, реализованная в конкретном объективе, по качеству изображения соответствует уровню перспективных электронно-оптических преобразователей по пределу разрешения.

Нами разработан необходимый и достаточной широкий инновационный комплекс конструкторско-технологических решений, обеспечивающих наивысший, максимально достижимый уровень качества объективов (соответственно, дальности видения приборов), превосходящий достигнутого в мировой практике, при одновременном снижении затрат в производстве и требований к квалификации рабочих (обеспечивается конструктивно-технологически, как бы получается само по себе), исключается сбивание линз объективов при стрельбе из любого калибра, обеспечивается работоспособность в любых реальных

климатических условиях мороза и жары, позволяет легко выпускать любые объективы с тонкими линзами и из хрупких оптических материалов, причём в процессе крепления линз в оправе раздавить линзы или создать в них напряжения невозможно.

Предложенные приборы не запотевают на морозе, герметичны, а объективы заполнены газообразным азотом.

Растачивание оправы объектива под линзы осуществляется на токарном станке с числовым программным управлением с нарезкой резьбы для резьбовых колец, которыми крепятся линзы, на одну установку оправы на станок с обеспечением индивидуальных для каждой линзы высокоточных зазоров посадки линз в оправу и индивидуальных расчетных расстояний между линзами. Зазоры посадки линз в оправу устанавливаются путем наклеивания на посадочный диаметр оправы пленки полиэтиленовыми полосками симметрично относительно оси объектива: например, три полоски пленки через 120 град. Линзы объектива комплектуются на ЭВМ с одновременным расчетом необходимых коррекций продольного и поперечного перемещения суппорта станка, обеспечивающих высокоточное центрирование линз в сборе. Исключается возможность прямого давления резьбовых колец на линзы.

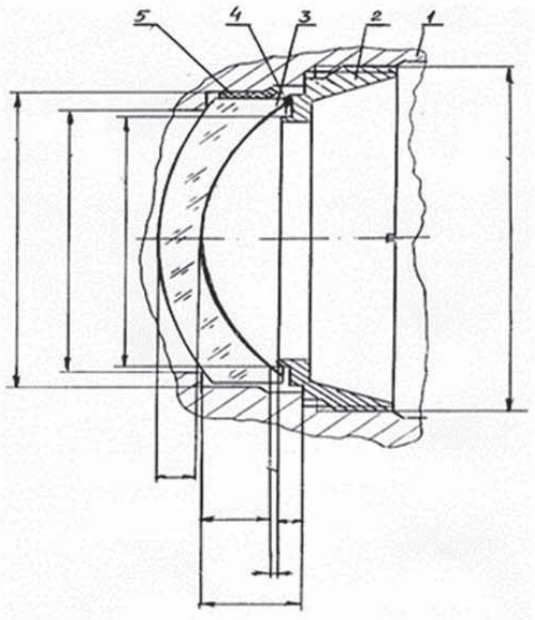

Рис.1 Схема крепления линз в оправах объективов (1 - оправа объектива, 2 - опорная для резьбового кольца, 3 - линза, 4 - герметик УТ-34,УТ-32, 5 - полиэтиленовая пленка)

В результате этого обеспечивается максимально высокое качество изображения объектива, практически соответствующее расчетному, при невысоких требованиях к квалификации сборщиков и максимально достижимой производительности. Особенно эффективно изготавливать зеркально-линзовые объективы.

Требуется следующее: высокоточный токарный станок с числовым программным управлением, имеющий возможность ввода не менее по 9 коррекций продольного и поперечного перемещения суппорта станка, специальный инструмент и приспособления, управляющая программа растачивания оправы под линзы, математическое обеспечение комплектования линз объектива с учетом коррекций перемещений суппорта станка. Рабочие чертежи инструмента, приспособление и управляющее программное обеспечение растачивания оправы под линзы с расчетом воздушных промежутков разрабатываются с учетом некоторых сведений о станке:

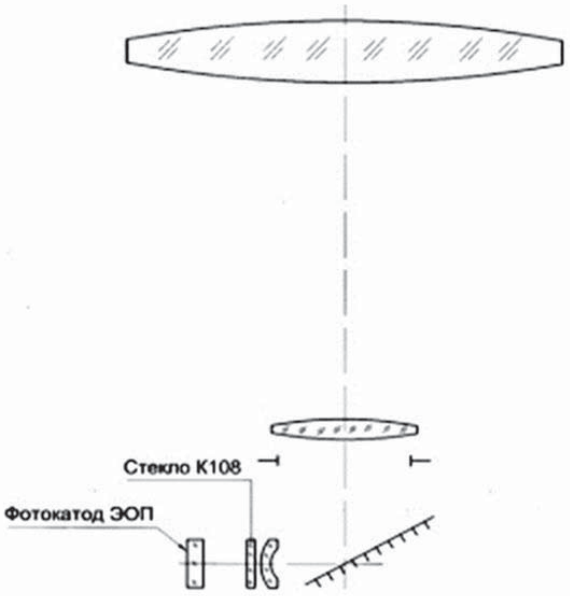

Рис.2. Объектив с электронно-оптическим преобразователем

высота оси шпинделя над суппортом, эскиз хвостовика шпинделя для крепления приспособления, дискретность перемещений суппорта станка.

На рисунке 1 представлена схема крепления линз в оправах объективов. Зазор между сферической поверхностью линзы и резьбовым кольцом выбирают несколько большим (например, на 0,002-0,004 мм) значением децентрировки линзы, чтобы исключить давление резьбового кольца на линзу в сборе. Такое решение не позволяет линзе произвольно заклониться в оправе и не позволяет создать на линзу давление резьбовым кольцом. Для исключения вибрации линзы в процессе эксплуатации объектива зазор между линзой и резьбовым кольцом устраняют герметиком, который наносят на линзу по крайней мере в трех местах (например, в местах наклеивания пленки синтетической на оправу), после чего резьбовое кольцо завинчивают до упора в торец оправы объектива.

Конструкция изготовления объектива с расчетными воздушными промежутками может быть с высочайшей эффективностью использована при конструировании и изготовлении зеркально-линзовых объективов для широкого круга техники, в том числе для ночных приборов в вертолетах. Зеркально-линзовые объективы, изготовленные данной технологией, могут быть использованы для ракет и космических объектов, в приборах ночного видения и в прицелах для оружия ближнего боя. Такие объективы по дальности видения – вне конкуренции на мировом рынке при значительно более низкой себестоимости и возможности серийного выпуска в условиях оптического завода с ограниченным количеством квалифицированных рабочих.

Заключение. Разработанная нами конструкция объектива с расчетными воздушными промежутками позволяет достичь следующих эффектов: расширить сферу возможного применения зеркально-линзовых объективов, включая сферу авиационной и космической техники; повысить дальность видения ночных приборов; обеспечить выпуск в серийном производстве объективов любой сложности; обеспечить максимальную точность и качество изображения объективов с повышенной производительностью. Исключается напряжение в стекло линзы, обеспечивается высокая точность центрирования линзы, обеспечивается возможность изготовления сложных высококачественных объективов, включая зеркально-линзовые, с максимально достижимым инженерным управляемым качеством изображения.

REFERENCES

1. **Jamalov Y.T., Askerov K.A.** Usovershenstvovanie proizvodstvennogo processa priborov nochnogo videnija // Vestnik Azerbaijanskoj inzhenernoj akademii. 2016, tom 8, №1, s.63-73.
   Джамалов Я.Т., Аскеров К.А. Усовершенствование производственного процесса приборов ночного видения // Вестник Азербайджанской инженерной академии. 2016, том 8, №1, с.63-73.
2. **Jamalov Y.T., Askerov K.A.** Sovershenstvovanie raboty metrologicheskih i kalibrovochnyh laboratorij // Vestnik Azerbaijanskoj inzhenernoj akademii, 2016, tom 8, №4, s.7-16.
   Джамалов Я.Т., Аскеров К.А. Совершенствование работы метрологических и калибровочных лабораторий // Вестник Азербайджанской инженерной академии, 2016, том 8, №4, с.7-16.
3. **Jamalov Y.T., Askerov K.A.** Sovershenstvovanie raboty metrologicheskih i kalibrovochnyh laboratorij // Vestnik Azerbaijanskoj inzhenernoj akademii, 2016, tom 8, №4, s.7-16.
   Джамалов Я.Т., Аскеров К.А. Исследование управления концепции развития вооружения // Вестник Азербайджанской инженерной академии. 2017, том 9, №2, с.7-16.
4. **Jamalov Y.T., Askerov K.A.** Koncepcija razvitija optiko-jelektronnyh priborov // Vestnik Azerbaijanskoj inzhenernoj akademii. 2017, tom 9, №4, s.86-92.

Джамалов Я.Т., Аскеров К.А. Концепция развития оптико-электронных приборов // Вестник Азербайджанской инженерной академии. 2017, том 9, №4, с.86-92.
5. Evrazijskij patent № 004836 ot 04.02.2003.
Евразийский патент № 004836 от 04.02.2003.
6. Proektirovanie optiko-jelektronnyh priborov. Pod obshhej redakciej d.t.n. Y.G. Yakushenkova. M.: Mashinostroenie,1990. S. 214-217.
Проектирование оптико-электронных приборов. Под общей редакцией д.т.н. Ю.Г. Якушенкова. М.: Машиностроение,1990. С. 214-217.

ELEKTRON-OPTİK CİHAZLARIN İSTEHSALI PROSESİNİN TƏKMİLLƏŞDİRİLMƏSİ

A.S. SƏMƏDOV, N.H. CAVADOV, K.Ə. ƏSGƏROV

Məqalə, ölkənin təhlükəsizliyini və müdafiə qüdrətini möhkəmləndirmək üçün vacib və zəruri şərtlərdən biri olan, optik-elektron cihazların görüş məsafəsinin və nişanalma dəqiqliyini təyin edən strateji mühüm bir sahə olan optik sənayemizə innovasiyalar texnologiyasının tətbiqinə həsr edilmişdir. Rəqəmli proqramla idarə olunan torna dəzgahının köməyi ilə əvvəlcədən hesablanmış aralıqlara malik optik obyektivlərin istehsalı zamanı yarana biləcək çatışmazlıqları aradan qaldıran konstruktiv-texnoloji mühəndis təklifləri yaradılmış və həyata keçirilmişdir.

Açar sözlər: *optik-elektron cihazları, gecəgörmə cihazı, obyektiv, innovasiya texnologiyası, konstruktiv və texnoloji təkliflər.*

PRODUCTION IMPROVEMENT OF ELECTRON-OPTICAL DEVICES

A.S. SAMADOV, N.H, CAVADOV, K.A. ASKEROV

The article examines the innovative technologies in the area strategically important for an optical industry which defines range of vision of optical-electronic devices and accuracy of an aiming, the showing one of necessary and important conditions of strengthening of defense capability and safety of the country. The constructive and technological engineering decision, all possible shortcomings excluding in production of lenses with settlement air intervals by means of the lathe with numerical program control are established and created.

Keywords: *optical-electronic devices, night vision device, objective, innovation technology, constructive and technological proposals.*