

М. Е. Арапова^{1}, И. Г. Марков¹, Е. Ю. Кутенкова¹*

Влияние вспомогательных процессов и материалов на качество изделий оптического производства

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация

* e-mail: 89635115285@mail.ru

Аннотация. В статье исследуется влияние вспомогательных процессов и материалов на качество оптических производственных продуктов. Авторы анализируют роль этих элементов в обеспечении точности, надежности и долговечности оптических компонентов. Статья представляет всесторонний обзор различных вспомогательных процессов и материалов, применяемых в оптическом производстве, включая очистку, полировку, покрытие и сборку. Освещаются конкретные эффекты этих процессов и материалов на оптические свойства конечного продукта, такие как шероховатость поверхности, показатель преломления и пропускная способность оптических деталей. Авторы также дают рекомендации по выбору и оптимизации вспомогательных процессов и материалов для достижения желаемого качества продукции. Понимая и контролируя эти вспомогательные факторы, производители могут значительно повысить производительность и надежность своих оптических продуктов, отвечающих требованиям современных применений.

Ключевые слова: вспомогательные процессы, вспомогательные материалы, оптическое производство, качество оптических изделий

М. Е. Арапова^{1}, I. G. Markov¹, E. Yu. Kutenkova¹*

The influence of auxiliary processes and materials on the quality of optical products

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

* e-mail: 89635115285@mail.ru

Abstract. The article examines the influence of auxiliary processes and materials on the quality of optical manufacturing products. The authors analyze the role of these elements in ensuring the accuracy, reliability and durability of optical components. The article provides a comprehensive overview of various auxiliary processes and materials used in optical production, including cleaning, polishing, coating and assembly. The specific effects of these processes and materials on the optical properties of the final product, such as surface roughness, refractive index and throughput of optical parts, are highlighted. The authors also provide recommendations on the selection and optimization of auxiliary processes and materials to achieve the desired product quality. By understanding and controlling these auxiliary factors, manufacturers can significantly improve the performance and reliability of their optical products that meet the requirements of modern applications.

Keywords: auxiliary processes, auxiliary materials, optical production, quality of optical products

Введение

Продукция оптического производства используется в самых разных областях, от медицинской визуализации до телекоммуникаций. Качество этих

изделий имеет решающее значение для их производительности и зависит от ряда факторов, включая материалы, используемые в их создании, и процессы, используемые для их производства.

Целью данной работы является анализ влияния вспомогательных процессов и материалов на качество изделий оптического производства. Несмотря на наличие слова «вспомогательное» в заголовке влияние этих процессов довольно большое. Ошибки в таком процессе могут привести к дефектам в конечном продукте, то же касается и вспомогательных материалов, качество которых так же влияет на изделие [3].

Методы и материалы

В данной работе рассматривается влияние вспомогательных процессов и материалов, используемых в оптическом производстве, на качество оптических деталей.

В технологическом процессе изготовления оптических деталей выполняется множество вспомогательных операций, таких как блокирование, разблокирование, нанесение покрытия, промывка (чистка). Анализ технологического процесса реального производства показал, что из 55 операций – 35 являются вспомогательными, трудоемкость которых составляет 65 % от трудоемкости всего цикла изготовления. Оптимизируя выполнение вспомогательных операций, можно добиться существенного эффекта в повышении производительности в ходе всего производственного процесса и значительного повышения качества изделий [1–9].

В ходе анализа были рассмотрены наиболее ответственные вспомогательные операции.

Блокирование. Способов блокировки довольно много, но в основном их отрицательное влияние одинаковое. К примеру, деформация детали при обработке после неправильной склейки, непрочное соединение с наклейным материалом и приспособлением может привести к падению и разрушению детали, либо наоборот, вследствие крепкого сцепления могут возникнуть внутренние напряжения и сложности при извлечении детали. Стоит учитывать влияние химических элементов, входящих в состав наклейных материалов, которые могут вступить во взаимодействие со стеклом [4-7].

Разблокировка. При разблокировке на стекло могут оказать влияние температура и механическое воздействие человека.

Нанесение защитных покрытий. Возможное воздействие лаков и эмалей, используемых для защиты оптической детали при обработке – это вступление компонентов лака и эмали в реакцию с компонентами стекла, которое приводит к хрупкости и ненадежности покрытия детали.

Чистка оптических деталей. Небрежная очистка ручным способом может вызвать появление царапин на поверхности детали, а остатки пыли и грязи могут привести к дефекту детали при ее обработке [9,10].

Чистка, нанесение покрытий и упаковка должны обязательно осуществляться в условиях чистых помещений, что важно для срока службы и для эксплуатационных характеристик оптики [3].

Вспомогательными материалами, оказывающими влияние на качество оптических деталей, являются:

Смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ). Использование СОЖ позволяет избавиться от деформации, а также от отходов обработки, что упрощает сам процесс. Помимо того, СОЖ уменьшает трение в зоне контакта инструмента, продлевая последнему жизнь. В зависимости от состава СОЖ на инструменте может произойти засаливание, которое приведет к его затуплению или к увеличению шероховатости обработанной поверхности [10–15].

Наклеечные материалы. Применение наклеечных материалов позволяет лучше обработать поверхность оптической детали с минимальными деформациями. Так же в зависимости от габаритных размеров оптической детали используются различные варианты наклеечных материалов, позволяющих улучшить результат обработки детали.

Материалы полировальников. Полировальники при обработке детали позволяют получить более качественные поверхности оптических деталей, особенно при интенсивных скоростях работы инструмента. Также, например, новые полировальные материалы (Durotex-white, Durotex-brown, Durotex-SC, Omni-Whight и др.) способны сократить время, затрачиваемое на обработку за счет того, что в эти материалы добавляются полирующие абразивы и процесс насыщения полировальника по времени значительно сокращается. Как следствие, происходит улучшение показателей качества изделий и повышается производительность обработки [16–22].

Результаты и обсуждения

Исследование влияния вспомогательных процессов и материалов на качество оптических производственных продуктов, дало несколько значительных результатов.

Вспомогательные процессы и материалы играют решающую роль в определении качества оптических производственных продуктов. Чистка и полирование необходимы для удаления поверхностных загрязнителей и дефектов, которые могут ухудшить оптические характеристики. Покрытия могут улучшить оптические свойства компонентов за счет увеличения светопередачи, уменьшения отражения или обеспечения конкретных спектральных характеристик. Тщательный отбор и оптимизация вспомогательных процессов и материалов могут значительно улучшить качество и надежность оптических продуктов.

Понимая влияние вспомогательных процессов и материалов на качество продукции, производители могут оптимизировать технологические процессы, реализуемые на производстве, для достижения более высоких уровней точности и долговечности. Это может привести к повышению производительности продукта, повышению удовлетворенности клиентов и снижению затрат на

замену бракованной продукции, полученной вследствие вредного влияния вспомогательных процессов и материалов на оптические детали.

Заключение

В результате анализа различной информации по теме данной статьи, были сделаны следующие выводы и рекомендации:

- понимая и контролируя вспомогательные процессы и материалы, производители могут изготавливать оптические продукты, которые соответствуют самым высоким стандартам качества и точности;
- необходимо включение в рабочие часы перерывов для уменьшения антропогенных ошибок в процессе работы;
- контроль изделия на каждом этапе производства для выявления преждевременного отклонения от нормы и выявления брака на раннем этапе, позволит избавиться от брака и снизить затраты;
- контроль качества вспомогательных материалов, используемых в производстве, позволит избежать появления брака или даже партии брака;
- периодическая проверка, настройка и замена оборудования, позволит избежать появления брака или значительно снизить его вероятность;
- используя различные технологии чистки, такие как ультразвуковая чистка и лазерная абляция, могут эффективно удалять примеси, не оставляя после себя остатки загрязнений;
- факторы окружающей среды, такие как температура, влажность и вибрация, могут повлиять на стабильность и производительность изготовления оптических изделий. Строгий контроль производственных помещений: содержание пыли и взвешенных частиц в воздухе, температура, влажность, имеет важное значение для поддержания оптимальных условий для производства качественных изделий, особенно на операциях сборки;
- инвестиции во внедрение инновационных вспомогательных процессов, приобретение и использование современных вспомогательных материалов, позволит производителям повысить качество, надежность и долговечность производимой продукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технология оптического приборостроения: учебное пособие для студентов специальностей 1-38 01 02 «Оптико-электронные и лазерные приборы и системы» и 1-38 01 01 «Механические и электромеханические приборы и аппараты» / А. С. Козерук. – Минск : БНТУ, 2016. – 504 с. – Текст : электронный // rep.bntu.by : [сайт]. – URL: https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/24327/Tekhnologiya_opticheskogo_priborostroeniya.pdf?sequence=1&isAllowed=y (дата обращения: 07.05.24). – Режим доступа : свободный
2. Технология производства оптических деталей : учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-38 01 02 «Оптико-электронные и лазерные приборы и системы» / А. С. Козерук, В. О. Кузнечик. – Минск : БНТУ, 2023. – 100 с. – Текст : электронный // core.ac.uk : [сайт]. – URL: <https://core.ac.uk/download/576825873.pdf> (дата обращения: 07.05.24). – Режим доступа : свободный

3. Photonics Spectra : [сайт]. – Питсфилд, 2008 – . – Обновляется в течение суток. – URL: https://www.photonics.com/Articles/The_Dirt_on_Cleaning_Optics/a24578 (дата обращения: 07.05.24). – Режим доступа : свободный. – Текст : электронный.

4. Повышение эффективности процессов окончательной обработки оптических материалов / В. С. Белоусов, А. Е. Качурин, Е. Ю. Кутенкова – Текст : электронный // Интерэкспо ГЕО–Сибирь–2022 : XVIII Междунар. науч. конгр., 18–20 мая 2022 г., Новосибирск : сборник материалов в 8 т. Т. 7 : Международная научно-технологическая конференция студентов и молодых ученых «Молодежь. Инновации. Технологии». – Новосибирск : СГУГиТ, 2022. № 2. – 184 с. – ISSN 2618-981X.

5. Физико-химические основы производства оптического стекла [Текст] / Под ред. засл. деят. науки и техники РСФСР д-р техн. наук Д. И. Демкиной. – Ленинград : Химия. Ленингр. отд-ние, 1976. – 455 с. : ил.; 22 см. – Текст : непосредственный.

6. Петров, П. В. Разработка моделей количественной оценки проектно–технологических решений в САПР ТП стеклообработки оптических деталей / П. В. Петров, Т. В. Ларина ; СГГА. – Текст : непосредственный // Авангардные технологии, оборудование, инструмент и компьютеризация производства оптико–электронных приборов в машиностроении : тез. докл. междунар. конф. 10–11 окт. 1995 г. – Новосибирск : СГГА, 1995. – Ч. 2. – С. 85–87.

7. Кутенкова, Е. Ю. Построение схем проектирования технологических процессов изготовления оптических деталей / Е. Ю. Кутенкова. – Текст : непосредственный // Вестник СГГА. – 1998. – Вып. 3. – С. 99–103. – 1.

8. Петров, П. В. Схема решения технологической задачи как объект исследования / П. В. Петров, Е. Ю. Кутенкова. – Текст : непосредственный // XLVI научно-техн. конф. преподавателей СГГА, посвящ. 30-летию опт. фак., 15–18. апр. 1996 г. : тез. докл. – Новосибирск : СГГА. – Ч. 1. – С. 76.

9. Петров, П. В. Модели оценки затрат на принятие и реализацию проектно-технологических решений в оптическом производстве / П. В. Петров, Т. В. Ларина. – Текст : непосредственный // Вестник СГГА. – 1997. – Вып. 2. – С. 160. – 1

10. Ларина, Т. В. Статистические исследования по оптическим деталям типа "Линза", выпускаемых на ПО НПЗ / Т. В. Ларина. – Текст : непосредственный // XLVIII научно–техн. конф. преподавателей СГГА : тез. докл. – Новосибирск : СГГА, 1998. – С. 112

11. Ларина, Т. В. Статистический анализ нормативов времени на изготовление оптических деталей / Т. В. Ларина, О. А. Пушкина. – Текст : непосредственный // XLVI научно-практ. конф. препод. СГГА, посвящ. 30-летию опт. фак. 15–18 апр. 1996 г. : тез. докл. – Новосибирск, 1996. – Ч. 1. – С. 72.

12. Петров, П. В. Постановка задачи оценки проектно–технологических решений оптической технологии в среде экспертной системы / П. В. Петров, Т. В. Ларина. – Текст : непосредственный // XLVI научно-практ. конф. препод. СГГА, посвящ. 30-летию опт. фак. 15–18 апр. 1996 г. : тез. докл. – Новосибирск : СГГА, 1996. – Ч. 1. – С. 73.

13. Петров, П. В. О формировании схем решений технологических задач / П. В. Петров, Е. Ю. Кутенкова. – Текст : непосредственный // XLVIII научно–техн. конф. преподавателей СГГА : тез. докл. – Новосибирск : СГГА, 1998. – С. 113.

14. Ларина, Т. В. Исследование и разработка системы баз данных и знаний по оценочным функциям в оптической технологии / Т. В. Ларина, Е. Ю. Кутенкова. – Текст : непосредственный // Восток–Сибирь–Запад : тез. докл. – Новосибирск : СГГА, 1999. – С. 66.

15. Ларина, Т. В. Разработка математических моделей оценки трудоемкости производства оптических деталей / Т. В. Ларина. – Текст : непосредственный // XLVI научно–техн. конф. препод. СГГА, посвящ. 30-летию опт. фак. 15–18 апр. 1996 г. : тез. докл. – Новосибирск, 1996. – Ч. 1. – С. 71.

16. Ходаков, Г. С. Физико-химические процессы полирования оптического стекла [] / Г. С. Ходаков, Н. Л. Кудрявцева. – М. : Машиностроение, 1985. – 220 с. : ил. – Библиогр.: с. 216–218.

17. Нечаева Н. А. Медведева И.М. Новые полировальные материалы и опыт их использования для полирования химически нестойких стекол // Матер. Сем. По обработке деталей из химически нестойких стекол, керамики и кристаллов. – М. НТЦ «Информатика», 1990. – С. 46.
18. Альтшуллер В. М., Коровкин В. П. состояние и перспективы применения инструмента «Аквапол» // Матер. Сем. По обработке деталей из химически нестойких стекол, керамики и кристаллов. – М. НТЦ «Информатика », 1990. – С. 36.
19. Гоев А. И., Потелов В. В., Савельев А. В., Сеник Б. Н., Формообразование высокоточных оптических поверхностей на стадии полирования / Труды международной академии «Контенант». Формообразование оптических поверхностей. – М.: Издательство «Контенант», 2005. Т.1. – с. 126 – 150.
20. Технология оптических деталей / Под ред. М. Н. Семибратова. – М.: Машиностроение, 1978.- 415с.
21. Е. Д. Зайцев, Исследование свойств смол «Оптика», Оптический журнал, 1993, № 1, с. 60 – 63.
22. Технология оптических деталей : [учебник для студентов оптических специальностей вузов] / В. Г. Зубаков, М. Н. Семибратов, С. К. Штандель. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1985. – 367, [1] с.

© М. Е. Арапова, И. Г. Марков, Е. Ю. Кутенкова, 2024