

Рисунок 1 — Зависимость глубины упрочненного слоя от времени выдержки

Микроструктурный анализ образцов показал, что упрочненный слой состоит в основном из ϵ -нитридов железа и смеси нитридов легирующих элементов, остальное составляет раствор азота в железе. При коротких выдержках азотированный слой тонкий и имеющий неоднородную структуру, а при увеличении времени — слой становится утолщенным и более однородным. Как упоминалось выше, без предварительной механической обработки в слое могут легко возникать микротрещины, тогда как МИО после ИПА предотвращает скалывание слоя, создавая компрессионные напряжения у поверхности и тем самым повышая долговечность слоя.

Заключение. Проведённые исследования позволили сделать вывод, что для комбинированной обработки стали 38Х2МЮА оптимальной является выдержка порядка 16 часов при температуре азотирования 520 °С. При этом достигаются практически максимальные показатели поверхностной твёрдости (~1050–1100 НВ) и толщины нитридного слоя (~0,4–0,41 мм), а МИО дополнительно уплотняет поверхность и снижает остаточные напряжения. Увеличение времени более 16 ч приводит к незначительному увеличению глубины слоя, что не оправдывает дополнительных энергетических затрат.

Список цитируемых источников

1. *Босяков, М. Н.* Энергетические и газодинамические характеристики установок ионного азотирования промышленного типа / М. Н. Босяков, А. А. Козлов // *Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя фізіка-тэхнічных навук.* – 2018. – Т. 63, № 3. – С. 342–350.
2. *Босяков, М. Н.* Выбор режима упрочняющей обработки на установках ионного азотирования промышленного типа / М. Н. Босяков, А. Н. Моисеенко // *Современные методы и технологии создания и обработки материалов: материалы VIII МНТК.* – Минск: ФТИ НАН Беларуси, 2016. – С. 50–58.
3. *Будилов, В. В.* Технология ионного азотирования в тлеющем разряде с полым катодом / В. В. Будилов, Р. Д. Агзамов, К. Н. Рамазанов // *МиТОМ.* – 2007. – № 7. – С. 25–29.

УДК 621.983.044

С. В. Матыборский, Т. Я. Богданова, Е. В. Рогозина

*Учреждение образования «Барановичский государственный университет»,
Барановичи, Республика Беларусь*

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ «КРЫШКА» ДЛЯ ПРИБОРНОЙ ПАНЕЛИ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Введение. Деталь «Крышка», входящая в конструкцию приборной панели компонента военной авиации, требует усовершенствования для повышения ремонтпригодности из-за существующих проблем. Кроме того, ставилась цель уменьшения время ее изготовления.

Для этого нами будет рассмотрена возможность применения аддитивных технологий для производства данного изделия для дополнительного снижения стоимости и времени изготовления.

Основная часть. На рисунке 1 представлена трёхмерная модель исходной детали «Крышка».

Данная деталь имеет специальную ячейку для установки и защиты USB-разъема. Также присутствуют отверстия, которые служат для винтового соединения с корпусом и с электроникой. Все отверстия крышки являются простыми, без резьбы. Это связано с тем, что в эти отверстия приклеивают металлические втулки с резьбой специальным термостойким клеем ВК-9 ГОСТ 92-0948-74. Поэтому в отверстиях не требуется высокой точности обработки. Поэтому необходимо получить шероховатое отверстие (рисунок 2).

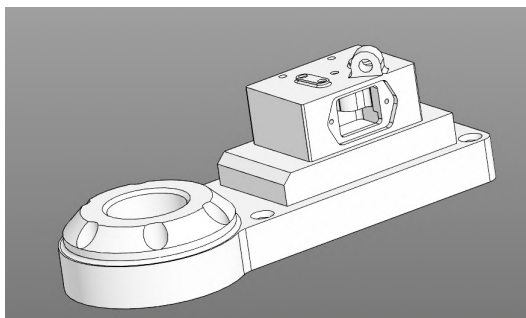


Рисунок 1 — Трёхмерная модель исходной детали «Крышка»

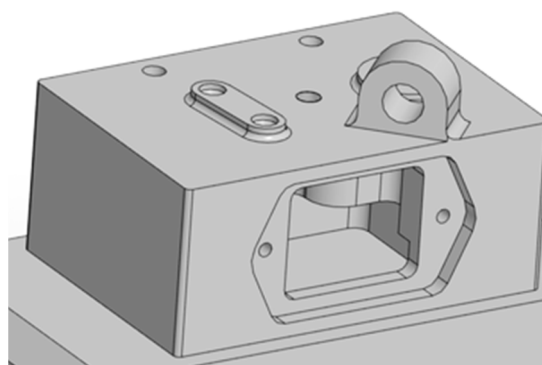


Рисунок 2 — Ячейка для «Разъема» на крышке

Деталь «Крышка» изготовлена из текстолита ПТК ГОСТ 5-78. Данный материал представляет собой как слоистый материал, изготовленный из хлопчатобумажной ткани, пропитанной фенольным сырьём. Он обладает уникальными физическими и химическими свойствами, которые позволяют изделию работать на износ годами. Текстолит ПТК не боится воздействия слабых кислот, химических агрессивных реагентов и обладает высокой прочностью (90 МПа при разрыве). В современной промышленности, в частности в машиностроении, в целях оптимизации производства его используют для изготовления различных деталей (шестерёнки, втулки и подшипники). Данный материал очень пластичен, что даёт возможность подогнать его с помощью фрезерования, точения, сверления, шлифования либо же строгания под нужный размер. Также текстолита широко используют в качестве диэлектрика, так как он способен оградить различные конструкции от воздействия тока высокого напряжения до 1000 В. Работоспособен при температуре от -40°C до $+105^{\circ}\text{C}$ [1].

Сама «Крышка» является простой деталью. Однако она имеет одно неудобство, и оно заключается в следующем: имеются четыре бобышки, на которых устанавливаются дополнительные втулки с внутренней резьбой, на них закрепляют винтом электронику, закрывая доступ к части разъема, закрытой частью крышки. Детали разъема прикрепляются к крышке внутри винтами.

Для решения проблемы было предложено сделать крышку и корпус для разъема как отдельные детали, которые будут соединяться между собой через винты. Две отдельные будут называться «Крышка» и «Корпус разъема» (рисунок 3).

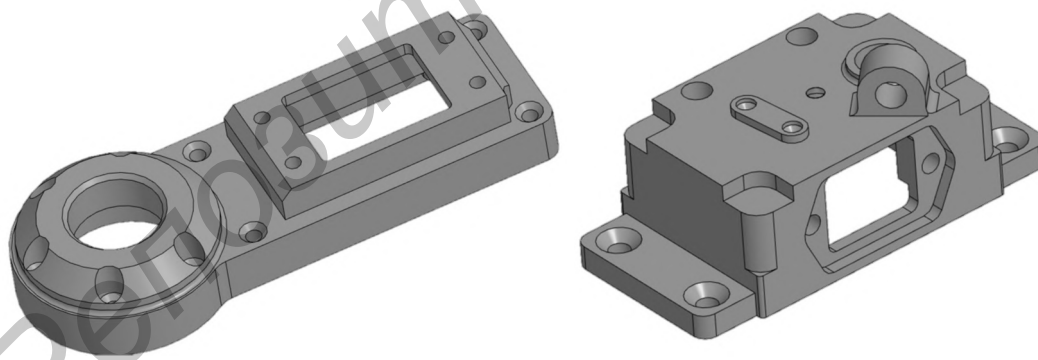


Рисунок 3 — Детали «Крышка» и «Корпус разъёма»

Деталь «Крышка» выглядит как нижняя часть исходной детали с отличием в том, что будут добавлены дополнительные выпуклости и высверлены четыре отверстия диаметром 7 мм для установки втулок при помощи клея ВК-9.

Деталь «Корпус разъема» будет отдельной верхней частью крышки для USB-соединения. В этой детали по конструкции будут добавлены фланцы с двух сторон, и на каждом фланце будут по два отверстия диаметром 5 мм и расстоянием между ними 30 мм. На корпусе дополнительно планируется вырезать четыре лыски для удобного захвата детали.

Дополнительно в детали «Крышка» будет приклеены четыре детали под названием «Втулка». «Втулка» представляет собой цилиндр диаметром 7 мм и длиной 10 мм. Внутри втулки присутствует резьбовое отверстие М5х0,5. Сама втулка сделана из стали 14Х17Н2. Данный материал является прочным (550-980 МПа) и стойким к коррозионным воздействиям сплавом. Снаружи детали вырезается прямое рифление 0,5. Это необходимо для увеличения стойкости клеевого соединения «Крышка»–«Втулка».

Детали «Крышка» и «Корпус разъема» соединяются при помощи четырех винтов М5х16 ГОСТ 17475-80 (рисунок 4).

Разделение детали «Крышка» на составляющие позволяет использовать заготовки меньшего габарита (250х100х45 и 105х50х60), чем до модернизации (250х100х95мм).

Рассмотрена возможность применения аддитивных технологий для производства детали «Крышка». На предприятии присутствуют четыре 3D-принтера модели Fortus 400mc, печатающего методом послойного наплавления (FDM) с рабочей областью 355х254х254 мм. Этим принтером можно распечатать крышку, используя следующие доступные материалы для печати вместо текстолита ПТК:

1. ABS (акрилонитрил-бутадиен-стирол) — обладает высокой прочностью (41 МПа) и термостойкостью, используется в автомобильной и электронике.

2. Nylon (нейлон) — прочный (57 МПа при разрыве) и гибкий, хорошо подходит для деталей, требующих высокой прочности.

3. PET (полиэтилентерефталат) — прочный (52,7 МПа при разрыве) и устойчивый к химическим воздействиям, является хорошим выбором для функциональных изделий.

Применение 3D принтеров позволяет снизить стоимость и время изготовления изделия за счет более простого технологического процесса, осуществляемого на одном месте.

Заключение. Модернизирована конструкция изделия «Крышка» для приборной панели. Произведено усовершенствование процесса изготовления данного изделия с применением аддитивных технологий. Установлено, что применение аддитивных технологий при производстве данного изделия позволит значительно снизить время на его изготовление и уменьшить его себестоимость.

Список использованных источников

1. Текстолит ПТК – URL: <https://bzp.by/index.pl?act=PRODUCT&id=498> (дата обращения: 22.04.2025).

УДК 69.059.25

О. И. Наливко, Е. И. Запко

Учреждение образования «Барановичский государственный университет»,
Барановичи, Республика Беларусь

ОПТИМИЗАЦИЯ 3D-СКАНИРОВАНИЯ: РОЛЬ РЕПЕРНЫХ ТОЧЕК В СОЗДАНИИ ТОЧНЫХ МОДЕЛЕЙ

Введение. 3D-сканеры в совокупности с лицензионным и правильным программным обеспечением позволяют быстро производить контроль геометрии, получать цветовые карты отклонений и своевременно отслеживать износ оснастки или брак на производстве. Что требуется для проведения контроля с помощью 3D-сканера. Прежде всего требуется оборудование: 3D-сканер и компьютер для обработки данных сканирования; программное обеспечение для проведения измерений и, конечно, подготовленный и высококвалифицированный сотрудник [1].

Реперные точки в 3D-сканировании — это заранее определённые или автоматически выделяемые точки на объекте или в пространстве, которые служат ориентирами для точного выравнивания, регистрации и сопоставления 3D-моделей. Они помогают объединять несколько сканов в единую модель, корректировать ошибки позиционирования и обеспечивать высокую точность измерений.

Основная часть. 3D-сканирование — это процесс захвата физического объекта или окружающей среды в цифровом формате, создавая его трехмерную модель. Эта технология находит широкое применение в различных областях, включая архитектуру, промышленность, медицину, искусство и развлечения.

Существует несколько методов 3D-сканирования, каждый из которых имеет свои особенности и преимущества:

Лазерное сканирование: Этот метод использует лазеры для измерения расстояний до поверхности объекта. Лазерный сканер отправляет импульсы света и фиксирует время, за которое они возвращаются. Это позволяет создать облако точек, представляющее форму объекта с высокой точностью.

Фотограмметрия: Этот метод основан на анализе фотографий объекта с разных ракурсов. Специальное программное обеспечение обрабатывает изображения и создает 3D-модель на основе сопоставления общих точек на фотографиях.

Контактные сканеры: Эти устройства физически касаются поверхности объекта для сбора данных о его форме. Они часто используются для сканирования мелких деталей или объектов с высокой точностью.

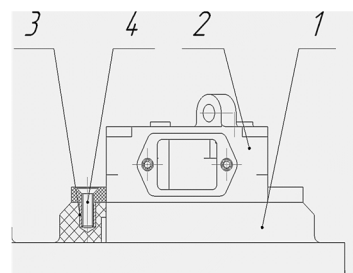


Рисунок 4 — Соединение «Крышка-корпус разъема»:

1 — крышка; 2 — корпус разъема;
3 — втулка; 4 — винт М5х16 ГОСТ
17475-80