

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»  
СКБ «Компьютерные и инженерные технологии»

СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела ОНиПКРС  
Е.М. Димитриади

(подпись)

«    »      2024 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе  
А.В. Космынин

(подпись)

«    »      2024 г.

Декан ФАМТ

О.А. Красильникова

(подпись)

«28» 05 2024 г.

Отработка технологии и режимов 3D печати изделий типа «Фланец» на  
фотополимерном 3D принтере

Комплект проектной документации

Руководитель СКБ«КИТ»

Свиридов 28.05.2024  
(подпись, дата)

А.В. Свиридов

Руководитель проекта

Куриный 28.05.2024  
(подпись, дата)

В.В. Куриный

Комсомольск-на-Амуре 2024



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

***СКБ «Компьютерные и инженерные технологии»***

### **ЗАДАНИЕ на разработку**

Выдано студенту: Третьякову Валерию Артемовичу, гр. 1ТС-1

Название проекта: Изготовление оптически прозрачного изделия типа "Фланец" с использованием аддитивных технологий для проведения научных исследований

Назначение: Изготовление оптически прозрачного изделия типа "Фланец" с использованием аддитивных технологий для проведения научных исследований

Область использования: Для проведения научных исследований

Функциональное описание проекта: Разработанная технология и подобранные режимы печати должна обеспечивать изготовления функционально пригодных изделий.

Техническое описание устройства: Полученное изделие должно быть оптически прозрачным и соответствовать габаритным характеристикам, назначению и требованиям, предъявляемым к изделию "Фланец".

Требования: Трехмерная модель выполняется в САД-системе «Т-Flex 17».

Слайсинг проводится в слайсере CHITUBOX.

План работ:

Наименование работ	Срок
Анализ проектных характеристик и основных требований к конструкции "Фланца".	Октябрь, 2023
Отработка технологии	Ноябрь, 2023
Изготовление изделия.	Январь, 2023

Комментарии:

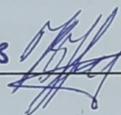
Пояснительная записка к проекту выполняется по требованиям РД 013-2016 с изм. 4. Графический материал оформляется по требованиям судостроительного черчения.

Перечень графического и иного материала:

- чертеж 3d модели;
- подобранные режимы печати;
- изготовленное изделие.

Руководитель проекта  
(подпись, дата)

12.10.2023



В.В. Куриный

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

**ПАСПОРТ**

**ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОПТИЧЕСКИ ПРОЗРАЧНОГО ИЗДЕЛИЯ ТИПА  
"ФЛАНЕЦ" С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Руководитель проекта

 28.05.2024  
(подпись, дата)

В.В. Куриный

Комсомольск-на-Амуре 2024

## Содержание

1. Общие положения.....	7
1.1 Цель и задачи работы.....	7
1.2 Предмет разработки.....	7
1.3 Исходные данные для проектирования.....	7
2. Теоретические сведения, область использования разработки.....	9
2.1 Теоретические сведения .....	9
3. Подбор режимов печати .....	10

					<b>СКБ КИТ.9.ИП.03000000</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		6

## 1 Общие положения

### 1.1 Цель и задачи работы.

Цель работы заключалась в изучении возможности и последующем изготовлении оптически прозрачного изделия типа "Фланец" для проведения в дальнейшем научных исследований с фото, видео фиксацией.

Для выполнения поставленных целей необходимо было решить следующие задачи:

- создание на основе чертежа трехмерной модели фланца в программном комплексе «Т-Flex 17»;
- проведение слайсинга в слайсере СНІТUBOX;
- изготовление пробных изделий типа "Фланец"

### 1.2 Предмет разработки.

Предметом разработки является изделие типа "Фланец" и технология его изготовления.

### 1.3 Исходные данные для проектирования

Для проведения научно-исследовательской работы появилась

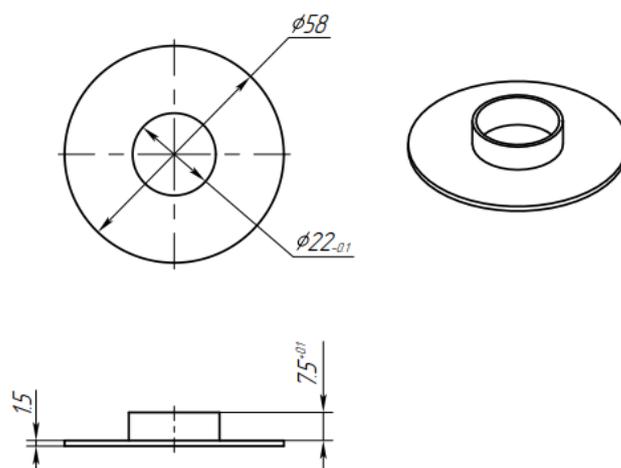


Рисунок 1-Чертеж детали «Фланец»

					<b>СКБ КИТ.9.ИП.03000000</b>	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		7

необходимость в изготовлении оптически прозрачной детали типа «фланец» (рисунок 1). Максимальный диаметр 58 мм. Высота выступа 7,5мм. Толщина стенок 1,5 мм. 3D модель детали была спроектирована в САD программе T-Flex V17 рисунок 2.

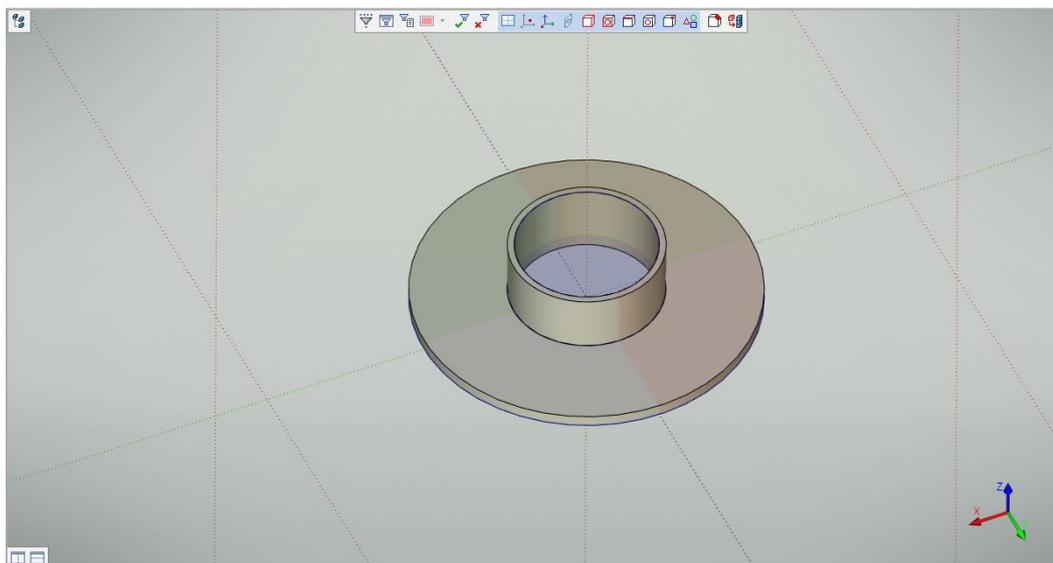


Рисунок 2 - 3D модель фланца

После проведенного анализа возможных технологий изготовления детали было принято решение опробовать изготовление фланца методом LCD печати на фотополимерном принтере Phrozen Shuffle 4K. В качестве фотополимера использовался фотополимер Anycubic ECO Plant-based UV Resin.

Основные характеристики фотополимера в жидком состоянии:

- запах несильный;
- вязкость 150-350 МПа·с\*(25°C);
- длина световой волны отверждения 365нм~405нм;
- плотность 1,15-1,20г/см<sup>3</sup>;
- усадка 1,88-2,45%.

Основными критериями оценки качества печати являлись геометрическая точность полученной детали и необходимость сохранить оптическую прозрачность фланца для визуального контроля протекающих процессов. Также необходимо было учесть и минимизацию количества удаляемых поддержек.

					<b>СКБ КИТ.9.ИП.03000000</b>	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		8

## 2 Теоретические сведения, область использования разработки

### 2.1 Теоретические сведения.

Из существующих методов 3D печати был выбран способ печати методом LCD так как он является более точным по сравнению с FDM методами 3D печати. С целью получения гладкой, не нуждающейся в обработке поверхности фланца первоначальное положение детали было выбрано широкой плоскостью на столе принтера (рисунок 3). При таком расположении детали отсутствует необходимость в поддержках и модель хорошо закрепляется на рабочем столе принтера. Отсутствие поддержек заметно улучшает качество напечатанной поверхности и устраняет необходимость последующего отделения поддержек и последующей механической доводки поверхности.

После проведения серии пробной печати был обнаружен устойчивый дефект печати, заключающийся в частичном или полном разрыве стенки выступающей части фланца (рисунок 4). Проявившийся в процессе печати дефект обладает устойчивой повторяемостью и появляется постоянно в одном и том же месте.

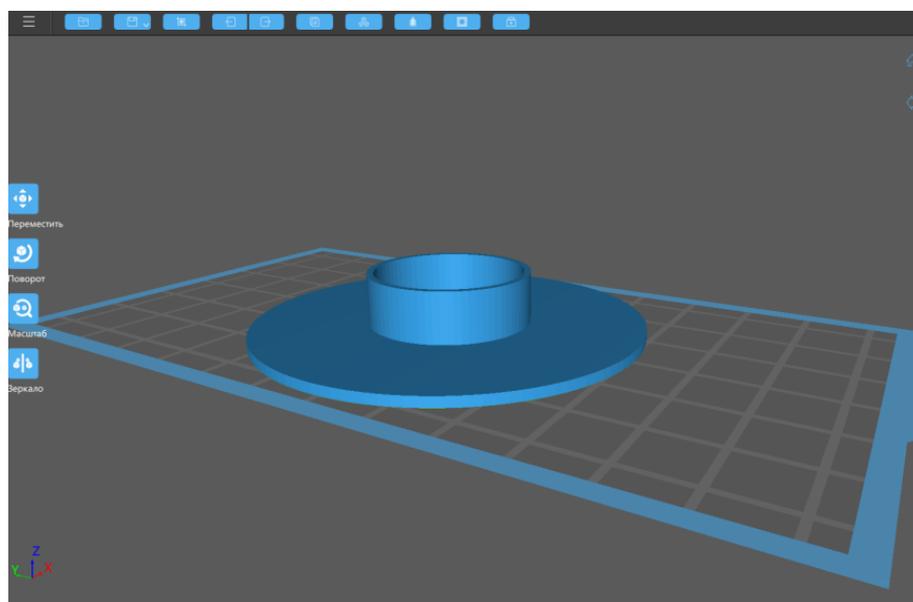


Рисунок 3- Первоначальное расположение фланца в слайсере

					<b>СКБ КИТ.9.ИП.03000000</b>	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		9

### 3 Подбор режимов печати

С целью выявления причины возникновения дефекта последовательно была напечатана партия деталей с различными настройками режимов печати. В качестве первого шага было улучшено качество разработанной 3D модели.

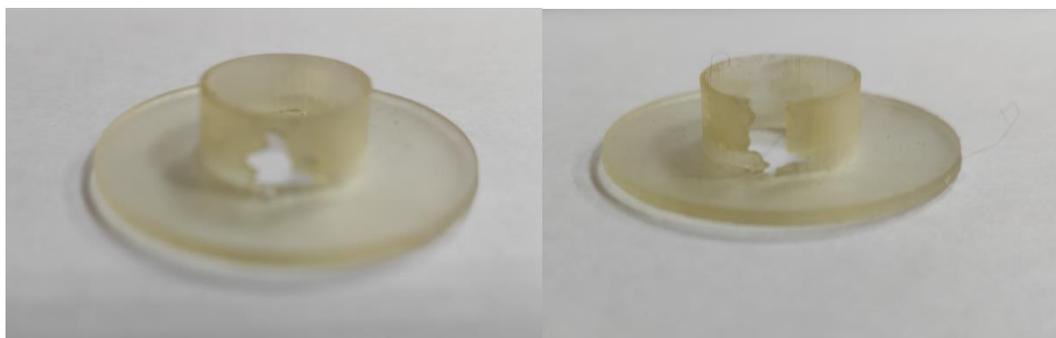


Рисунок 4- Проявившийся в процессе печати дефект

После чего повышено качество передаваемой в формат .stl модели, что



Рисунок 5 – Распечатка из фотополимерной смолы (3DSLА)

привело к кратному увеличению объема создаваемого файла. В кювету была вставлена новая FEP пленка. Опробован другой вид фотополимерной смолы (3DSLА). Что не привело к устранению дефекта рисунок 5. Из чего был сделан вывод о физических причинах возникновения дефектов.

В меню «Параметры печати» было увеличено время засветки модели на 1с (рисунок 6).

Все выше перечисленные меры не привели к устранению дефектов. После уменьшения скорости подъема и ретракта было отмечено незначительное уменьшение размеров дефекта. Это позволило определить направление дальнейшего анализа причины возникновения дефекта. Было сделано предположение, что причиной возникновения дефекта является поведение фотополимера, как жидкости.

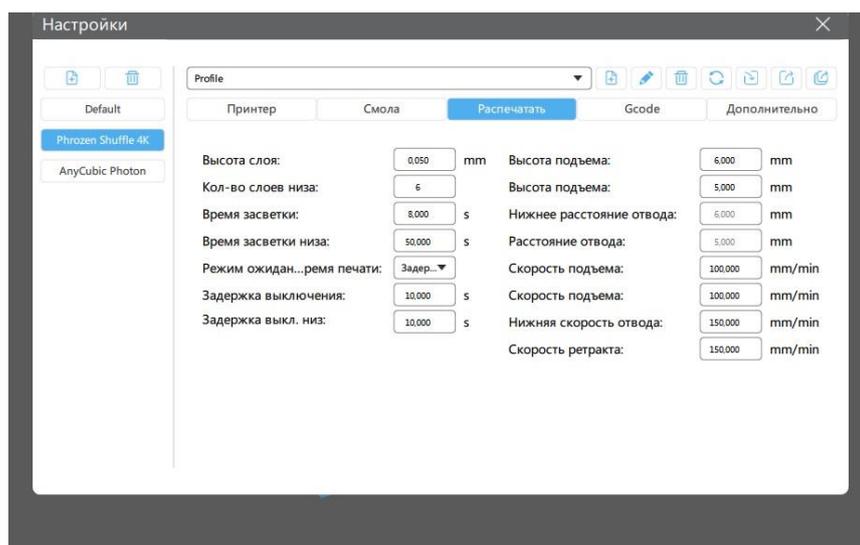


Рисунок 6 – Параметры печати

А именно размывание стенки фланца при резком подъеме и опускании стола принтера. В этом случае необходимо обеспечить свободный выход фотополимера путем подъема фланца на поддержки либо наклонного расположения рисунок 7,8.

С целью устранения дефекта фланец был расположен над печатающей платформой на подержках (рисунок 7).

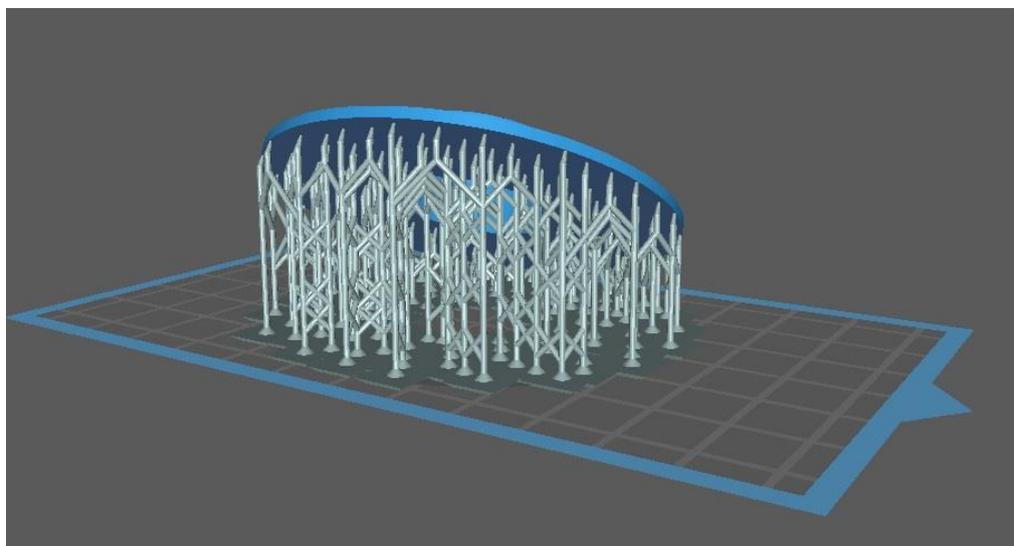


Рисунок 7- Модель фланца на подержках

В результате применения наклонного расположения и применения подержек деталь была изготовленна без деффектов Рисунок 8.

Узел в сборе распечатанный с применением аддитивных технологий показан на рисунке 9.



Рисунок 8 – Деталь, распечатанная на подержках

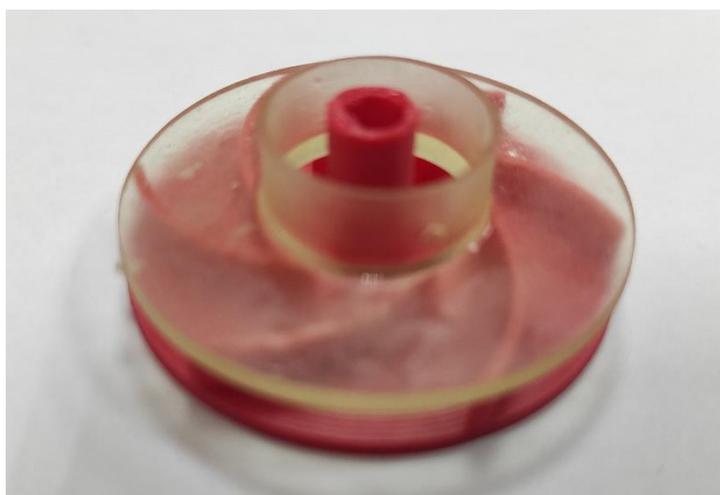


Рисунок 9 – Сборка из деталей распечатанных методами аддитивных технологий

Таким образом, при подготовке к печати в слайсере заготовки необходимо учитывать, что фотополимер в процессе печати ведет себя как жидкость. Если располагать модель вплотную на печатающей платформе то при быстром поднятии и опускании стола принтера возможен разрыв тонких стенок деталей. Уменьшение величины подъема печатающей платформы с 7-8 мм до 3-4 мм и уменьшение скорости опускания печатающей платформы с 100 мм/с до 50 мм/с не привели к окончательному устранению дефекта, а

					<b>СКБ КИТ.9.ИП.03000000</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		13

только минимизировали его и увеличили время печати. Поэтому детали типа «фланец» с тонкими стенками необходимо поднимать над поверхностью стола на подержках и располагать наклонно.

					<b>СКБ КИТ.9.ИП.03000000</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		14

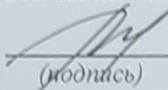
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

СОГЛАСОВАНО

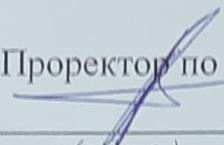
УТВЕРЖДАЮ

Начальник отдела ОНиПКРС

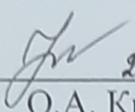
  
(подпись) Е.М. Димитриади

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Проректор по научной работе

  
(подпись) А.В. Космынин

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Декан  29.05.2024  
(подпись) О.А. Красильникова

АКТ

о приемке в эксплуатацию проекта  
«Отработка технологии и режимов 3D печати изделий типа «Фланец» на  
фотополимерном 3D принтере».

г. Комсомольск-на-Амуре

«19» 05 2024 г.

Комиссия в составе представителей:

со стороны заказчика

- А.В. Свиридов – руководитель СКБ,
- О.А. Красильникова – декан «ФАМТ»

со стороны исполнителя

- В.В. Куриный – руководитель проекта,
- В.А. Третьяков – гр. ИТС-1,

составила акт о нижеследующем:

«Исполнитель» передает проект «Отработка технологии и режимов 3D печати изделий типа «Фланец» на фотополимерном 3D принтере», в составе:

- чертежей 3d моделей;
- режимов печати изделия;
- изготовленное изделие.

Руководитель проекта

29.05.2024   
(подпись, дата)

В.В. Куриный

Исполнитель проекта

29.05.2024   
(подпись, дата)

В.А. Третьяков