

ОБЪЕДИНЕННАЯ ДВИГАТЕЛЕСТРОИТЕЛЬНАЯ КОРПОРАЦИЯ  
ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ОДК-САТУРН»

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора —  
управляющий директор

В.А. Поляков

« \_\_\_\_ »

ОДК-  
Сатурн

2023г.



Конкурсная работа

в номинации «За создание новой технологии»

в конкурсе «Авиастроитель года» по итогам 2022 года

«Замена традиционных методов обработки (фрезерование, точение, ЭЭО)  
деталей горячего тракта турбины ГТД из жаропрочных литейных сплавов  
методом многокоординатной обработки глубинным шлифованием с  
применением специального инструмента и разработкой ПО»

Рыбинск, 2023 год

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1. Термины, определения.....	3
2. Введение .....	4
3. Цель работы .....	4
4. Актуальность работы .....	4
5. Краткое описание работы.....	5
6. Результаты и практическая значимость выполнения работ .....	7
7. Заключение.....	8

## **1. Термины, определения**

Детали горячего тракта турбины ГТД - это наиболее ответственная часть газотурбинного двигателя, состоящая из неподвижных лопаток, выпрямляющих поток расширенных газов, и подвижных лопаток, которые создают крутящий момент.

Производительность труда - это один из основных показателей эффективности предприятия. Он отражает уровень использования имеющихся в распоряжении организации трудовых ресурсов и рабочего времени, оказывает непосредственное влияние на товарооборот, издержки, прибыль и рентабельность.

Разработка программного обеспечения - это процесс проектирования, уточнения, программирования, документирования, тестирования программных циклов, связанных с созданием и поддержкой программных компонентов, для реализации обработки в нескольких одновременно интерполируемых координатных осях.

Криволинейная поверхность - непрерывное множество точек, между координатами которых может быть установлена математическая зависимость.

Токарная обработка - один из возможных способов механической обработки деталей путем срезания с заготовки слоя металла до получения требуемой формы и размеров.

Фрезерная обработка - это один из основных способов обработки различных материалов для придания деталям нужной формы.

Электроэррозионная обработка (ЭЭО) - обработка, заключающаяся в изменении формы, размеров и свойств поверхности электропроводящей заготовки под действием электрических разрядов, возникающих между заготовкой и инструментом - электродом.

Глубинное шлифование - уникальный высокопроизводительный и высокоточный процесс формообразования сложнопрофильных поверхностей деталей из различных материалов.

Кубический нитрид бора (эльбор) - материал, представляющий собой соединение атомов азота и бора, объединенных в особые «кубические» кристаллы.

Гальваническая связка представляет такой способ соединения, при котором к покрываемой основе прикрепляют эльборовые частицы и осаждают из электролита слой металлической связки, охватывающей и закрепляющей зерна.

Керамическая связка представляет собой специальную смесь из различных видов сыпучих измельченных компонентов, которая дополняется основным абразивным материалом и подвергается специальной термообработке.

## **2. Введение**

Для увеличения срока службы и КПД авиационных двигателей необходимы мероприятия по улучшению качества сборки изделий, в частности деталей проточной части ГТД. Для обеспечения конкурентоспособности изготовления деталей ГТД необходимо внедрение новых, перспективных технологических решений по производству деталей из жаропрочных труднообрабатываемых материалов.

## **3. Цель работы**

Основной целью проведения мероприятий по замене традиционных методов обработки деталей горячего тракта турбины ГТД из жаропрочных литейных сплавов методом многокоординатной обработки глубинным шлифованием с применением специального инструмента и разработкой программного обеспечения является повышение производительности и качества обрабатываемых сложнопрофильных поверхностей деталей.

## **4. Актуальность работы**

Наиболее распространенными методами механической обработки деталей ГТД является токарная, электроэррозионная, фрезерная и шлифовальная обработка. Обработка деталей из труднообрабатываемых материалов занимает достаточно длительное время и сопровождается

повышенным износом режущего инструмента. Внедрение в производство обработки деталей горячего тракта турбины ГТД из жаропрочных литейных сплавов методом многокоординатной обработки глубинным шлифованием с применением специального инструмента позволяет повысить производительность и качество обработки сложнопрофильных поверхностей деталей.

## **5. Краткое описание работы**

Одним из перспективных способов механической обработки деталей является метод глубинного шлифования с применением высокопроизводительного шлифовального инструмента на основе кубического нитрида бора. Обработка методом глубинного шлифования по отношению к лезвийной и эрозионной обработке имеет более высокую точность, производительность и качество обрабатываемой поверхности. Для комплексной обработки применяется высокоточное шлифовальное оборудование с возможностью многокоординатной обработки методом глубинного шлифования в нескольких одновременно интерполируемых координатных осях.

С целью повышения производительности обработки сложнопрофильных поверхностей деталей и повышению качества обрабатываемой поверхности спроектированы и внедрены в производство высокоскоростные шлифовальные круги из кубического нитрида бора на гальванической связке (рис. 1).

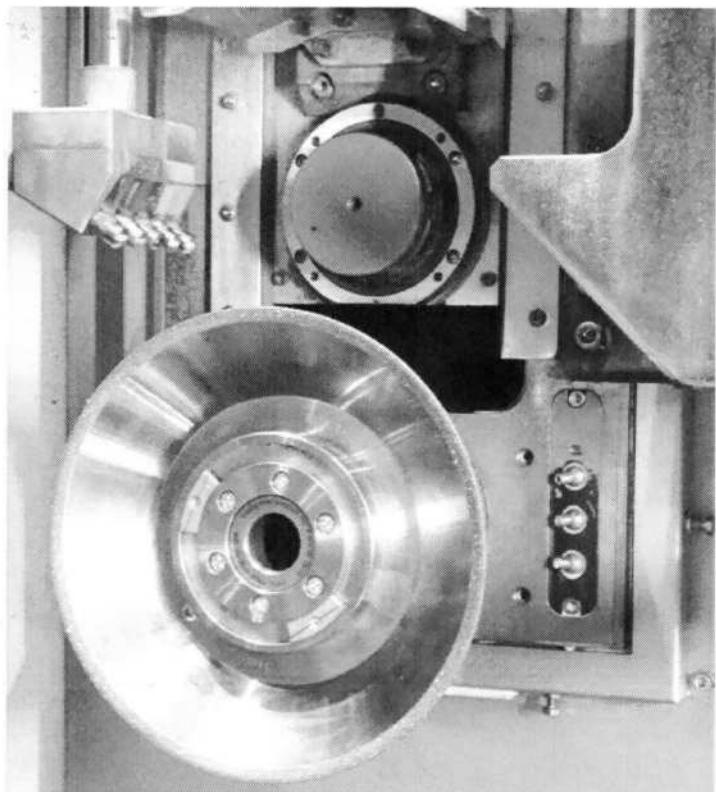


Рис. 1 - Внешний вид эльборового шлифовального круга специальной геометрии

Данные шлифовальные круги имеют эксклюзивную конструкцию и геометрию режущей части, позволяющую выполнять обработку узких поверхностей зацепов, канавок и пазов (рис. 2). Внедрение данного метода обработки оказывают существенное влияние на себестоимость изготовления изделий.



Рис. 2 - Внешний вид обработанной поверхности канавки с применением специального эльборового шлифовального круга

При реализации указанной технологии было выполнено проектирование схем механической обработки и написание программируемых циклов обработки с учетом величин припусков и допусков на механическую обработку. Проектирование профилей шлифовальных кругов осуществляется с применением инструментов 3-D моделирования (рис. 3), учитывая кинематику и особенности оборудования.

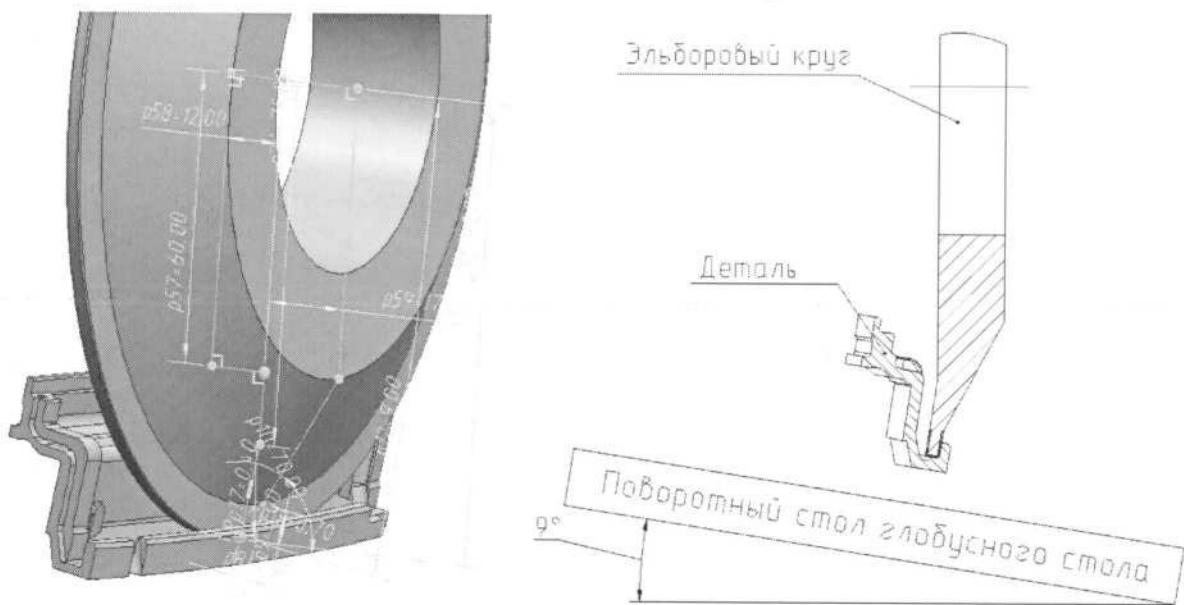
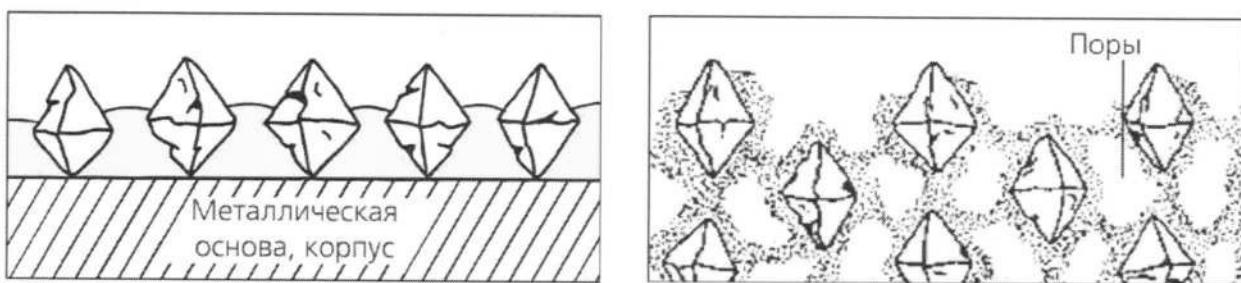


Рис. 3 - Проектирование профиля специального эльборового круга

## 6. Результаты и практическая значимость выполнения работ

Результатом внедрения обработки проточной части деталей ГТД из жаропрочных литейных сплавов методом глубинного шлифования, с применением высокоскоростных шлифовальных кругов из кубического нитрида бора на гальванической связке (рис. 4), является сокращение трудоемкости изготовления деталей на 35%.



а) Гальваническая

б) Керамическая

Рис. 4 - Виды связки эльборовых шлифовальных зерен

Внедрение новой технологии позволило получить значительный экономический эффект в части снижения расходов на режущий инструмент и привело к сокращению машинного времени обработки деталей.

## 7. Заключение

В настоящие времена, с расширением номенклатуры обрабатываемых деталей активно продолжается внедрение комплексной обработки различных деталей горячего тракта турбины ГТД из жаропрочных литейных сплавов. При выпуске производственной программы 2022 года за счет применения новой технологии обработки стоимость изготовления деталей снижена до 60%. В рамках проведённой работы подано 12 рационализаторских предложений.

Коллектив авторов:

Главный технолог ПАО «ОДК-Сатурн»

А.И. Берестевич

Начальник отдела по развитию специальных методов обработки экспериментально-технологического цеха ПАО «ОДК-Сатурн»

Д.С. Голованов

Инженер-технолог 2 категории экспериментально-технологического цеха ПАО «ОДК-Сатурн»

И.В. Пашков