

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
“ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ”
(ВолгГТУ)

им. В. И. Ленина пр-кт, 28, г. Волгоград, 400005
телефон: 844-223-00-76 факс: 844-223-41-21 e-mail: rector@vstu.ru <http://www.vstu.ru>

ФГБОУ ВПО «Ульяновский
государственный технический университет».
Диссертационный совет Д 999.003.02.
Ученому секретарю диссертационного совета
Веткасову Николаю Валерьевичу

432027, г. Ульяновск, Северный Венец, д. 32

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию **Курылева Дмитрия Валерьевича** «Основы многокоординатного формообразования межлопаточных каналов осевых моноколес при предварительном прорезании кольцевым инструментом», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности «05.02.07 «Технология и оборудование механической и физико - технической обработки»

Диссертационное исследование Курылева Д.В. посвящено решению актуальной проблемы в технологии производства деталей ГТД и созданию методик высокопроизводительного предварительного прорезания межлопаточных каналов осевых моноколес. Особенность конструкции осевых моноколес, определяющая построение технологического процесса и обуславливающая значительную трудоемкость их обработки, является наличие лопаточного венца, представляющего собой довольно сложное сочетание поверхностей аэродинамического профиля. Это спинка и корыто пера лопаток и примыкающий к ним диск, а также сопряжения этих поверхностей между собой.

Актуальность темы

На производстве основным методом получения осевых моноколес является изготовление из непрофилированных заготовок, включающее фрезерную обработку лопаточных венцов концевой фрезой. Автор совершенно прав, когда пишет, что недостатком этого технологического приема является низкая производительность фрезерной обработки из-за необходимости удаления большого количества металла инструментом малой жесткости при небольшом размере его режущей части. Переход к высокопроизводительной технологии прорезания межлопаточных каналов осевых моноколес кольцевым инструментом затруднен отсутствием теоретических зависимостей определения геометрических параметров кольцевого инструмента, методики расчета процесса формообразования при различном

количестве управляемых координат. При использовании полученных закономерностей можно разработать конкретную технологию, обеспечивающую повышение производительности изготовления осевых моноколес. Учитывая вышеизложенное, считаю, что диссертационное исследование Д.В. Курылева является актуальной для современного авиадвиглостроения и машиностроения.

Данная работа ориентирована на решение именно этих задач, что в полной мере определяет её актуальность, теоретическую и практическую ценность.

При выполнении исследований автором были поставлены и решены следующие задачи:

- определена область применения кольцевого инструмента для формирования межлопаточных каналов моноколес;
- выявлены зависимости конфигурации и геометрических размеров кольцевого инструмента для формирования межлопаточных каналов моноколес;
- разработаны кинематические схемы и математические модели многокоординатного формообразования межлопаточных каналов моноколес;
- установлено влияние числа управляемых координат на погрешность формообразования межлопаточных каналов моноколес кольцевым инструментом;
- разработаны рекомендации по применению кольцевого инструмента для формообразования межлопаточных каналов и определены предпочтительные кинематические схемы по технико-экономическим показателям.

Достоверность и новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность результатов исследования, выводов и рекомендаций подтверждена корректным использованием основ технологии машиностроения, методов математической статистики, аттестованных приборов и средств измерительной техники, современных пакетов прикладных программ, данными экспериментальной проверки принятых решений, успешным внедрением полученных результатов в производство. В результате исследования:

1. Аналитическим путем получены математические зависимости размеров кольцевого инструмента учитывающих геометрические параметры межлопаточных каналов моноколес осевых компрессоров и турбин.

2. Установлена область применения кольцевого режущего инструмента для прорезания межлопаточных каналов моноколес различной конфигурации.

3. Получены кинематические схемы многокоординатного формообразования межлопаточных каналов кольцевым инструментом с числом управляющих координат от одной до шести.

Основные положения диссертации апробированы в течение 2010-16 г.г. на международных научно-технических конференциях различного уровня, её материалы опубликованы в 11-ти печатных работах, в том числе, в 4-х статьях рецензируемых журналов, входящих в перечень ВАК РФ, получен патент на полезную модель.

Значимость для науки и практики полученных автором результатов

Результаты, полученные автором, можно расценивать как новые научные знания, вносящие весомый вклад в науку «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки».

Практическая ценность работы заключается в установлении зависимости размеров кольцевого инструмента учитывающих геометрические параметры межлопаточных каналов моноколес осевых компрессоров и турбин, получены кинематические схемы многокоординатного формообразования межлопаточных каналов кольцевым инструментом с числом управляющих координат от одной до шести. На их основе предложены кинематические схемы многокоординатного формообразования межлопаточных каналов кольцевым инструментом с числом управляющих координат от одной до шести. Результаты исследования приняты для практического использования внедрения на АО «КМПО» при изготовлении осевого компрессора вертолетного газотурбинного двигателя.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов

Технология формообразования межлопаточных каналов кольцевым инструментом может быть рекомендована для использования в проектно-конструкторских и научно-исследовательских организациях, а также на авиа моторостроительных и машиностроительных предприятиях на стадии разработки и модернизации действующих технологических процессов изготовления моноколес осевых компрессоров и турбин различной конфигурации.

Оценка содержания диссертации и её завершенности

Рецензируемая диссертационная работа состоит из введения, четырех глав основного текста, выводов, библиографического списка использованных литературных источников и приложения. Список литературных источников включает 108 наименований. Диссертация изложена на 134 страницах, содержит 80 рисунков и 15 таблиц.

Введение посвящено обоснованию актуальности темы диссертации, дана ее общая характеристика, определено научное и практическое значение решаемой задачи, приведены научные положения и результаты, выносимые на защиту.

В **первой** главе показаны конструктивно-технологические особенности конструкции и рассмотрены проблемы производства моноколес осевых компрессоров и турбин концевой фрезой с последующей окончательной обработкой с использованием шлифования и ЭХО. На основе сделанного анализа сформулированы направления исследований, цель и задачи диссертации.

Вторая глава содержит полученные аналитическим путем зависимости формы и размеры кольцевого инструмента, учитывающие геометрические параметры межлопаточных каналов моноколес осевых компрессоров и турбин. Установлена теоретическая область применения кольцевого режущего инструмента для прорезания межлопаточных каналов моноколес различной конфигурации. При этом ограничение по минимальной ширине режущей части кольцевого инструмента сужает область применения из-за наличия конструктивных особенностей моноколес (отогнутый профиль, наличие antivибрационной полки, большой угол закрутки).

В **третьей** главе представлены полученные кинематические схемы многокоординатного формирования межлопаточных каналов моноколес кольцевым инструментом с количеством координат от одной до шести, при этом шестой управляемой координатой является диаметр режущей части. При однокоординатной обработке (перемещение кольцевого инструмента по высоте пера) с использованием делительного приспособления копируется профиль режущей части инструмента (часть кольца прямоугольного или трапециевидного сечения). При двухкоординатной обработке (к перемещению кольцевого инструмента по высоте пера добавляется вращение заготовки) формообразуется межлопаточный канал переменного по высоте профиля. При трехкоординатной обработке (когда к существующим движениям добавляется линейное перемещение инструмента вдоль оси вращения заготовки) формообразуется межлопаточный канал переменный по длине профиля. С увеличением количества управляемых осей межлопаточный канал приближается к своей теоретической форме.

Получены математические модели многокоординатного формообразования межлопаточных каналов кольцевым инструментом с количеством управляемых координат от одной до трех, при этом с увеличением управляемых координат увеличивается сложность расчетов. Так для однокоординатной обработки необходимо установить координаты положения кольцевого инструмента, а при двух- или трехкоординатном формообразовании необходимо найти зависимости изменения управляемых координат в процессе обработки для написания управляющей программы.

В **четвертой** главе представлена методика предварительной обработки технологии прорезания межлопаточных каналов в зависимости от выбранной кинематической схемы. С помощью данной методики можно определить технико-экономические показатели выбранной технологии для возможного выбора оптимального варианта изготовления моноколеса. С использованием численного эксперимента установлено, что при одно-, двух- и трехкоординатной обработке погрешность формообразования на спинке и корыте растет от корневой части лопатки к концевой, а при четырех и более координатной обработке, наоборот, уменьшается от корневой части лопатки к концевой. Также установлено, что с увеличением количества управляемых координат уменьшается погрешность формообразования и увеличивается объем удаленной части. При этом увеличение управляемых координат до 5...6 дает незначительное уменьшение погрешности, как со стороны корыта, так и со стороны спинки. Натурный эксперимент показал достоверность теоретических выкладок при сравнении результатов предварительной обработки осевого моноколеса кольцевым инструментом в реальных производственных условиях с результатами математического моделирования. Научные и практические результаты работы приняты к использованию на АО «КМПО» для изготовления моноколес осевого компрессора вертолетного газотурбинного двигателя.

Замечания по диссертации:

1.Целью диссертационной работы является повышение производительности изготовления моноколес, однако, говоря об увеличении производительности, обычно приводят режимы резания, от которых зависит производительность, в диссертации этого нет.

2.Непонятно, почему автор при описании кинематики формообразования использует термин «количество управляемых координат». Более правильно было бы говорить о количестве движений, т.к. при этом в формулировку «количество управляемых координат» не входят вращательные движения.

3.Во второй главе диссертации вместе с размерами режущего инструмента надо было бы привести марку режущей части инструмента, углы его заточки а также конструкцию инструмента (сборный инструмент или с напаянными пластинками).

4.В диссертации нет обоснования выбора формы зубьев кольцевой фрезы, не ясно, почему автор выбрал именно острозаточенную фрезу. Не приведен анализ других форм зубьев режущего инструмента.

5.В диссертации нет обоснования, почему за основу основных размеров кольцевого инструмента принят ГОСТ 26339-84 «Сверла алмазные кольцевые...», более правильно было бы выбрать за основу основные размеры фрез кольцевых, выпускаемых в России (Станкогидросервис) или за рубежом (фирмы PFERD, Woodwork, Karmach, EUROBOOR). У выбранных сверл алмазных кольцевых совершенно другая режущая часть и габариты, они не предназначены для обработки металлических заготовок.

Заметим, что указанные замечания носят частный характер и не снижают значимости выполненных исследований. Актуальность работы, её научная новизна, практическая и теоретическая полезность полученных результатов не вызывают сомнений.

Соответствие паспорту научной специальности

Основные положения выполненных исследований соответствуют паспорту научной специальности 05.02.07 - «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки», в частности, областям исследования: № 2,3,4,5,6. Полученные результаты достаточно полно представлены в опубликованных научных трудах автора. Автореферат соответствует основному содержанию работы.

Заключение

Диссертационная работа **Курылева Дмитрия Валерьевича** является законченным научным исследованием, содержащим решение актуальной научной и практической задачи в области многокоординатного формообразования межлопаточных каналов осевых моноколес при предварительном прорезании кольцевым инструментом, которое выполнено автором самостоятельно на высоком научном уровне. Разработанные математические зависимости, алгоритмы, методики и полученные практические результаты являются научно-обоснованными решениями, внедрение которых вносит существенный вклад в развитие технологии

авиадвигателостроения. Полученные в нем результаты достоверны, выводы и заключения достаточно обоснованы.

Работа написана доходчиво, в целом грамотно, аккуратно оформлена, язык и стиль изложения четкие и понятные. Автореферат диссертации достаточно полно раскрывает содержание работы, её основные научные положения.

Диссертационная работа является квалификационной, поскольку содержит решение важной научно-технической задачи, имеющей большое значение для ряда отраслей авиадвигателостроения и машиностроения, в частности тех из них, которые получают при изготовлении из непрофилированных заготовок лопаточных венцов кольцевой фрезой. По содержанию, объёму материала, научному уровню, практической ценности она полностью отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к работам на соискание ученой степени кандидата технических наук, изложенным в п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление правительства РФ от 24.09.2013 г. за № 842), а её автор, **Курылев Дмитрий Валерьевич**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 - «Технология и оборудование механической и физико - технической обработки».

Официальный оппонент,
профессор кафедры «Технология
машиностроения», доктор
технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный
технический университет»
e-mail: techmash@vstu.ru

СИ. Агапов

Специальность: 05.02.07 «Технология и оборудование механической и физико - технической обработки»

р.т. 8(8442) 24 84 38
сот. тел. 8 905 337 73 16

Подпись официального оппонента заверяю:

Ученый секретарь диссертационного

совета Д 212.028.06

к.т.н, доцент

« 8 » декабря 2016 г.



Ю.М. Быков

Подпись Агапова С.И., Быкова Ю.М.
УДОСТОВЕРЯЮ 08 декабря 2016.
Нач. общего отдела Иванов И.И.
(подпись)