

ЗАСЕДАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 999.003.02

Повестка дня:

**ЗАЩИТА ДИССЕРТАЦИИ СУНГАТОВЫМ ИЛЬНАЗОМ ЗУФАРОВИЧЕМ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ *КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК***

**«Повышение работоспособности сферических фрез
с винтовыми стружечными канавками»**

Специальность:

**05.02.07 – «Технология и оборудование механической и
физико-технической обработки» (технические науки)**

Официальные оппоненты:

Шаламов Виктор Георгиевич – д.т.н., профессор, профессор кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет).

Фомин Анатолий Анатольевич – к.т.н., доцент, доцент кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова».

Председатель

Уважаемые коллеги!

Пожалуйста, присаживайтесь. Продолжаем нашу работу. На повестке дня защита диссертации **Сунгатова Ильназа Зуфаровича** на соискание ученой степени кандидата технических наук по теме **«Повышение работоспособности сферических фрез с винтовыми стружечными канавками»**. Специальность **05.02.07 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»** (технические науки).

Официальные оппоненты:

Шаламов Виктор Георгиевич – д.т.н., профессор кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет);

Фомин Анатолий Анатольевич – к.т.н., доцент кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова».

На заседании совета из **20** членов присутствуют **17**, т.е. кворум у нас имеется. Повестка до Вас доведена. Замечания есть? (нет). Утверждаем? (принято единогласно).

По специальности защищаемой диссертации **05.02.07 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»** на заседании присутствуют **9** докторов наук. Наше заседание правомочно.

Напоминаю еще раз порядок ведения нашего заседания: работаем до необходимого технического перерыва, находимся в зале заседания.

Объявляется защита диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук **Сунгатова Ильназа Зуфаровича** по теме **«Повышение работоспособности сферических фрез с винтовыми стружечными канавками»**. Работа выполнена в Набережночелнинском институте (филиал) ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

Научный руководитель

Хисамутдинов Равиль Миргалимович – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» Набережночелнинского института (филиал) ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

Официальные оппоненты:

Шаламов Виктор Георгиевич – д.т.н., профессор кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет);

Фомин Анатолий Анатольевич – к.т.н., доцент кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

Присутствует **1** оппонент.

Анатолий Анатольевич не смог приехать, но имеется от него соответствующее письмо, в котором он указал причину его отсутствия на нашем заседании.

Письменные согласия на оппонирование данной работы от оппонентов были своевременно получены.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова».

Слово предоставляется ученому секретарю для оглашения документов по личному делу соискателя. Пожалуйста, Николай Иванович.

Ученый секретарь

Уважаемые коллеги! В деле соискателя **Сунгатова Ильназа Зуфаровича** имеются следующие документы, представленные к защите:

– личный листок по учету кадров, из которого следует что, Сунгатов Ильназ Зуфарович 1984 г. рождения, окончил в 2006 году ГОУ ВПО «Камская государственная инженерно-экономическая академия» по специальности «Технология машиностроения». В 2009 году окончил аспирантуру по специальности 05.03.01 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки» при кафедре «Технология машиностроения, металло-режущие станки и инструменты» ГОУ ВПО «Камская государственная инженерно-экономическая академия». В 2015 году окончил магистратуру ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» по направлению «Информатика и вычислительная техника». В настоящее время работает преподавателем в инженерно-экономическом колледже Набережночелнинского института (филиал) ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»;

– выписка из расширенного заседания кафедр «Машиностроение» и «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» Набережночелнинского института (филиал) ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет». На этом заседании было принято заключение, в котором отмечается личное участие автора, степень обоснованности научных положений, степень научных ценностей и как итог дается рекомендация о том, чтобы данная работа была защищена по специальности 05.02.07;

– нотариально заверенные копии дипломов об окончании ГОУ ВПО «Камская государственная инженерно-экономическая академия» и ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»;

– удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов с соответствующими оценками: немецкий язык – 4, история философии и науки – 3, и по специальности «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки» – 5;

– список научных публикаций Сунгатова Ильназа Зуфаровича включающих в себя 19 наименований, в том числе по теме диссертации 19 работ, из них 8 научных публикаций в журналах из перечня ВАК, 1 патент на полезную модель и 1 свидетельство о регистрации программ для ЭВМ;

– заявление, которое было представлено при подаче документов в диссертационный совет с визой председателя диссертационного совета;

– протокол заседания о приеме диссертации к предварительному рассмотрению;

– заключение экспертной комиссии в составе профессоров Уняина А.Н., Горшкова Б.М., Полянского Ю.В. о возможности защиты диссертации в нашем диссертационном совете и соответствии требованиям ВАК по изложению материалов в автореферате и соответствии данной специальности;

– отзыв научного руководителя;

– протокол заседания диссертационного совета о приеме к защите диссертации Сунгатова Ильназа Зуфаровича;

– список рассылки автореферата, включающий в себя 72 адреса, в которые были отправлены авторефераты;

– сведения о ведущей организации;

– отзывы ведущей организации и официальных оппонентов;

– отзывы, пришедшие на автореферат.

Все необходимые документы были вовремя опубликованы на сайте университета и в Интернете в соответствии с требованиями процедуры заседания и рассмотрения диссертации.

Председатель

Вопросы есть к Николаю Ивановичу? (нет). Так и вопросы к соискателю Сунгатову Ильназу Зуфаровичу по личному делу? (нет) Тогда, пожалуйста, приступаем к работе, заслушиванию доклада. Ильназ Зуфарович, пожалуйста, слово для изложения основных положений вашей диссертационной работы. Пожалуйста.

Соискатель

Добрый день, уважаемые члены диссертационного совета, оппоненты, присутствующие! Вашему вниманию представляется диссертационная работа на тему «Повышение работоспособности сферических фрез с винтовыми стружечными канавками».

Целью данной работы является повышение работоспособности сферических фрез с винтовыми стружечными канавками на основе математического моделирования процесса обработки. Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи, которые представлены на втором слайде.

В современном машиностроении широко используются изделия, имеющие поверхности сложной формы, все многообразие которых по применению в технике и технологии можно подразделить на инструменты для воспроизведения подобных деталей и собственно сами детали. Зачастую инструмент, который воспроизводит сложные поверхности, имеет более сложную поверхность, чем обрабатываемая им деталь. Большую группу изделий с винтовыми поверхностями составляют инструменты с винтовой стружечной канавкой. Сюда относятся концевые фрезы, сферические фрезы и т.д. В современном производстве сферические фрезы применяются при обработке корпусных деталей, штампов, литейных форм, пресс-форм и лопаток турбин.

Наиболее производительным способом получения профиля стружечной канавки является обработка дисковым инструментом, профилирование которого, как для получения фрез, так же для получения шлифовальных кругов (ШК) является одинаковым. Профилирование ШК является одной из наиболее трудоемких задач в машиностроительном производстве в виду того, что профиль дискового инструмента ни в одном из сечений не соответствует профилю винтовой стружечной канавки. На данном слайде представлены возможные профили винтовой стружечной канавки инструмента. В ходе анализа научно-технической литературы было выявлено, что для получения винтовой линии на сфере решается задача пересечения прямого архимедового геликоида и сферы.

В ходе анализа литературы была найдена сферическая фреза, соответствующая ГОСТ 18944-73, геометрические параметры которой представлены на данном слайде. Недостатками данной сферической фрезы являются прямолинейность стружечной канавки и присущее всем сферическим фрезам наличие так называемой зоны нулевых скоростей на торцевой части. В конструкции сферической фрезы данный недостаток устраняют путем изготовления на торце двух поперечных стружечных канавок. Но данные зубья материал не режут, а лишь выдавливают металл.

Также известна методика проектирования сферических фрез с групповым расположением винтовых стружечных канавок, т.е. это когда торец сферической фрезы разбивается на группы и в каждой группе находится определенное количество канавок, которые имеют меньшие размеры. Но данная конструкция имеет ряд недостатков в виду того, что данная конструкция наиболее сложна в изготовлении. На торце фрезы присутствует лишь малое количество зубьев, которое ограничено лишь количеством групп. К тому же полностью не исключается зона с нулевыми скоростями. Некоторые изготовители сферических фрез зону с нулевыми скоростями устраняют путем изготовления осевого отверстия на торцевой части. Но данный способ не получил широкого распространения в виду того, что со временем отверстие забивается стружкой и эффект от этого отверстия пропадает.

Из теории винтовых поверхностей известно, что винтовая поверхность считается заданной, если известны два параметра. Это параметры направляющей и образующей соответственно. В данной работе для определения параметров образующей были рассмотрены сечения сферической фрезы: торцовое и осевое. Торцовое сечение было рассмотрено на расстоянии, равное радиусу сферической фрезы от торца (сечение Б-Б). Известны заранее исходные данные: диаметр фрезы, количество зубьев, передний и задний углы.

На данном слайде представлено осевое сечение сферической фрезы. Здесь нужно отметить тот факт, что радиус дна стружечной канавки R_k как раз обеспечивает свод винтовых стружечных канавок к торцу. Единственным условием является то, чтобы радиус дна стружечной канавки был больше радиуса самой сферической фрезы.

Данные математические зависимости позволяют определить параметры профиля образующей. Профиль образующей винтовой стружечной канавки состоит из сопряженных между собой двух прямых линий и дуги окружности. Как я уже сказал, исходя из предыдущих математических зависимостей, были найдены координаты узловых точек 1, 2, 3 и 4.

Таким образом, была найдена образующая. Для того чтобы найти параметры винтовой линии, т.е. направляющей, была рассмотрена задача пересечения двух поверхностей. Это поверхности – сферы и цилиндра. При этом ось цилиндра смещена относительно оси сферы на расстояние, равное радиусу. При их пересечении получается искомая линия. Совместным решением уравнений (11) и (12) в параметрической форме было получено уравнение (14) – уравнение винтовой линии. Для того чтобы найти угол ω и выйти на ее параметры, взяли производную от уравнения (14) и нашли угол ω . На данном слайде представлена схема построения линии пересечения цилиндра со сферой; т.е. пересекая совместно сферу и цилиндр по контрольным точкам была построена искомая винтовая линия. Для того чтобы получить количество винтовых линий, равное количеству зубьев сферической фрезы, полученную винтовую линию вращали вокруг оси Z посредством матрицы вращения правых систем координат (16). Для того чтобы найти полностью профиль винтовой стружечной канавки, необходимо было направить образующую винтовой канавки по направляющей.

Далее был рассмотрен способ определения профиля ШК, для которого необходимо было найти диапазон решения задач. В данном случае диапазоном, который был рассмотрен, является наиболее удаленные точки при пересечении сферы и ШК. Искомый угол определяется по уравнению (20).

На данном слайде представлена расчетная схема определения профиля дискового инструмента. Профиль дискового инструмента определили с помощью кругового проецирования винтовых линий на осевую плоскость дискового инструмента. Профилем дискового инструмента является огибающая к данным круговым проекциям винтовых линий. Уравнением (24) представлено уравнение круговых проекций.

По приведенным выше математическим зависимостям были разработаны алгоритмы и составлена программа расчета параметров винтовой стружечной

канавки сферической фрезы в любом сечении и координатах винтовых линий. На данную программу получено свидетельство о регистрации программ для ЭВМ. С помощью данной программы были рассчитаны все параметры углов и составлен график изменения углов для сферической фрезы в зависимости от диаметра торцового сечения. В данном случае показаны углы: передний угол, угол ω и задний угол. В разработанной программе для обеспечения обмена с другим программным обеспечением заложена функция вывода результатов расчетов в виде таблицы значений.

На основе разработанных аналитически математических зависимостей была построена компьютерная модель процесса обработки сферической фрезы ШК.

Для подтверждения адекватности математических моделей в производственных условиях была изготовлена партия сферических фрез с винтовыми стружечными канавками на пятикоординатном станке с ЧПУ «Michael Deckel». Обработку проводили одноугловым ШК на керамической связке. Для определения профиля винтовой стружечной канавки сферической фрезы предварительно залитую эпоксидной смолой сферическую фрезу разрезали перпендикулярно оси фрезы и шлифовали. Сравнение результатов измерения профиля винтовой стружечной канавки с расчетными показали, что отклонения от фактического профиля составляет 45 микрон.

Для исключения зоны с нулевыми скоростями было предложено на сферической фрезе отверстие прожигать насквозь. Данное решение полностью исключает зону с нулевыми скоростями, появляется возможность подачи смазочно-охлаждающей жидкости непосредственно в зону резания. Прожигание проводили методом электроэрозии. Схема представлена на слайде 18.

Для подтверждения была проведена обработка экспериментальной сферической фрезой, в ходе которой был обоснован выбор материал образцов: сплав ВТ5Л (применяется для изготовления отливок), сталь 20Х13 (для изготовления турбинных лопаток), сталь 5ХНМ (используется для изготовления крупных прессовых штампов). В процессе обработки проводили измерения критического износа в пяти точках. После обработки данных материалов был определен период стойкости инструмента. Измерения износа проводили через каждые 5 минут до достижения износа 0,3 мм по задней поверхности.

На следующем слайде представлены кривые износа при обработке сплава ВТ5Л. Обработку проводили на двух возможных режимах: соответственно V_1 и S_1 , V_2 и S_2 .

Так же на этом слайде представлены результаты измерения износа, проведенные при обработке стали 20Х13 с соответствующими режимами обработки.

Здесь же представлены кривые износа по задней поверхности при обработке стали 5ХНМ при соответствующих режимах обработки. Результаты измерения показали, что при увеличении скорости резания V на 4 - 10 % стойкость T сферических фрез уменьшается на 20 - 40 %. Из данных графиков вид-

но, что при достижении износа 0,2 мм начинается интенсивный износ, и дальнейшую обработку можно было не проводить.

Для определения качества обработанной поверхности провели обработку сплава ВТ5Л при двух режимах обработки: V_1 – минимальная скорость, S_1 – максимальная подача и V_2 – максимальная скорость, S_2 – минимальная подача, т.е. при различных режимах обработки. Проведенные исследования показали, что шероховатость поверхностей при обработке стандартной и экспериментальной сферической фрезой одинакова, но стойкость экспериментальных сферических фрез выше стандартной на 17 - 23 %.

Расчет ожидаемой экономической эффективности показал, что использование сферических фрез позволяет достичь снижение затрат в 1,22 раза, при этом снижаются затраты на изготовление инструмента на 7,07%, что в денежном эквиваленте равно 92008 руб./год.

На данном слайде показаны основные результаты и выводы. С Вашего разрешения результаты и выводы зачитывать не буду. Отмечу лишь тот факт, что разработанные математические модели позволили повысить работоспособность сферических фрез с винтовыми стружечными канавками. На этом все, доклад окончен, спасибо за внимание.

Председатель

Так, вопросы, пожалуйста. Профессор Худобин Леонид Викторович.

д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Ильназ Зуфарович, будьте любезны, скажите. Насколько я понял, Ваша работа подразделяется на две части. Первое это моделирование фрезы, а второе это моделирование профилирующего ШК и процесса обработки этим кругом. Правильно?

Соискатель

Да.

д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Тогда скажите, пожалуйста, какую разницу Вы видите, как Вы пишете, в моделировании процесса обработки и в моделировании геометрических параметров канавок. Что значит процесса обработки? Моделирование процесса обработки? Что Вы под этим подразумеваете?

Соискатель

Под моделированием процесса обработки я понимаю имитацию обработки полученным ШК заготовки сферической фрезы и определение винтовой стружечной канавки на сферической фрезе.

д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Что значит процесса обработки? Процесс обработки – это мы, технологи,

понимаем как процесс стружкообразования, эвакуации этой самой образующейся стружки и т.д., т.е. процесса взаимодействия режущего инструмента, ШК в данном случае, с металлической заготовкой. А Вы, что подразумеваете? Тогда значит, надо говорить о силах взаимодействия, температурах контактных и т.д. Так как мы обычно это делаем. А Вы, наверное, как то иначе это делали?

Соискатель

В рамках данной работы вопросы измерения температуры и вибраций не рассматривались. Исследования проводились на уровне кинематики, т.е. как это можно получить с помощью данного ШК и какая у нас получится винтовая стружечная канавка.

д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Ну, хорошо, второй вопрос. Меня смущает это выражение «провели компьютерное моделирование сферической фрезы с конструкцией одинакового расположения винтовых канавок». Как это «конструкция расположения одинаковых»? Что-то я не понимаю, что это значит? Разве расположение может иметь конструкцию?

Соискатель

По этому термину «одинаковые» уже было у нас много споров. Я согласен, что термин не совсем удачно подобран. Мне предложили вместо слова «одинаковые» использовать «одинарные». В данном случае под словом «одинаковые» или «одинарные» я подразумеваю, что каждая винтовая линия у нас сама по себе. В другой же конструкции это «групповые» винтовые стружечные канавки. Здесь есть один длинный зуб и к нему все остальные зубья сводятся. Это у нас конструкция с групповым, а предыдущая была с «одинаковым» или «одинарным». Я понимаю этот вопрос, потому что соотношение слов «одинаковые» и «групповые» не соотносятся между собой.

д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Нет, я все-таки совершенно не понимаю. Что означает «одинаковое» расположение? Что с чем «одинаковое»?

Соискатель

Винтовые стружечные канавки одинаковы между собой.

д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Конструкция всех стружечных канавок одинакова. Я бы это понимал. Но когда мне говорят «с конструкцией расположения одинаковых». Мне не понятно. Ну, хорошо, оставим этот вопрос.

По второй части вашей диссертации у меня вопрос. Каким инструментом и с какими режимами предполагаете профилировать ШК. Как Вы выражаетесь. И что собственно за круг? Какая его характеристика?

Соискатель

ШК на керамической связке. В виду того что керамика не инертна к металлу. Чтобы не было схватывания материала.

д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Абразивный материал, из которого изготовлен ШК, какой?

Соискатель

Эльбор на керамической связке.

д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Эльбор?

Соискатель

Да.

д.т.н., профессор Худобин Л.В.

На керамической связке?

Соискатель

Да. Профилировали его с помощью алмазных игл.

д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Скажите, пожалуйста, а смазочно-охлаждающие жидкости Вы какие-нибудь при этом шлифовании канавок использовали или в сухую?

Соискатель

Использовали водосмешиваемую смазочно-охлаждающую жидкость – Аквол-2.

д.т.н., профессор Худобин Л.В.

А почему именно этот? Это первое что попало под руку или из каких-то соображений?

Соискатель

По табличным значениям был выбран необходимый отвод тепла и вязкость смазочно-охлаждающей жидкости.

д.т.н., профессор Худобин Л.В.

И последний вопрос, Ильназ Зуфарович, скажите, пожалуйста. Вы пишете в автореферате, что ваши разработки используются в технологическом центре ПАО «КАМАЗ». Правильно?

Соискатель

Да.

д.т.н., профессор Худобин Л.В.

А для чего используются?

Соискатель

Используются они в виде рекомендаций и технических материалов, т.е. для дальнейших исследований.

д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Я понимаю, что Вы передали им рекомендации, но что они делают с помощью ваших материалов?

Соискатель

В настоящий момент идут более подробные испытания, для того чтобы обрабатывать заготовки корпусных деталей в ПАО «КАМАЗ» и пресс-формы для изготовления деталей автомобилей КАМАЗ.

д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Спасибо.

Председатель

Так, профессор Носов Николай Васильевич, пожалуйста.

д.т.н., профессор Носов Н.В.

Ильназ Зуфарович, скажите, пожалуйста, а из какого материала фреза? Вы ничего не сказали.

Соискатель

Материал фрезы из твердого сплава ВК8.

д.т.н., профессор Носов Н.В.

Второй вопрос тогда, что дает применение винтовых стружечных канавок по сравнению с прямыми?

Соискатель

Винтовая стружечная канавка применяется для плавного протекания процесса обработки и оптимального отвода стружки из зоны резания. Так как при прямолинейной канавке процесс стружкообразования более сложный.

д.т.н., профессор Носов Н.В.

Тогда еще я уточню. А как Вы определили положение основной плоскости и плоскости резания в том и в другом случае?

Соискатель

Плоскости резания в данном случае были определены по результатам математической модели и положения ШК.

д.т.н., профессор Носов Н.В.

Нет, не ШК, фрезы. Я не о ШК говорю. Я говорю о фрезе.

Соискатель

Вы имеете в виду процесс обработки уже полученной сферической фрезой.

д.т.н., профессор Носов Н.В.

Конечно, только при обработке возникает основная плоскость и плоскость резания, от которой зависят задние и передние углы.

Соискатель

Плоскость резания была параллельна плоскости нашей заготовки.

д.т.н., профессор Носов Н.В.

Она ведь определяется в каждой точке режущей кромки. Вот поэтому мне как-то непонятно, как углы у Вас меняются. Вы все время говорите постоянно о передних и задних углах. Каких? Если у Вас не определено положение основной плоскости и плоскости резания.

Соискатель

Углы передние и задние были определены при помощи только компьютерного моделирования, т.е. только расчетные.

д.т.н., профессор Носов Н.В.

Это как у геометрического тела, а не как у инструмента. Что же это за графики?

Соискатель

Эти графики – расчетные, полученные с помощью данного программного обеспечения.

д.т.н., профессор Носов Н.В.

Это понятно. Вот Вы говорили, что производительность повысили в 1,22. Да? За счет чего? Возможно, подачу увеличили, скорость увеличили или глубину резания увеличили?

Соискатель

За счет применения винтовых линий, обеспечивающих плавную работу сферической фрезы.

д.т.н., профессор Носов Н.В.

Вот как раз именно к этому я Вас веду. Увеличили производительность за счет применения винтовых линий.

Соискатель

И за счет подачи смазочно-охлаждающей жидкости по сквозному отверстию.

д.т.н., профессор Носов Н.В.

Смазочно-охлаждающую жидкость пока оставим.

Председатель

Производительность за счет чего увеличили?

д.т.н., профессор Носов Н.В.

Производительность Вы увеличили за счет винтовых линий. Да, я с этим согласен. Но что поменялось? Винтовую линию сделали, а что поменялось, чтобы позволило Вам увеличить производительность?

д.т.н., профессор Носов Н.В.

Глубина резания? Подачу, наверное, увеличили?

Соискатель

Обработку производили с глубиной резания до 1 мм. Подачу варьировали в разных диапазонах.

д.т.н., профессор Носов Н.В.

Режимы резания одинаковые в этом случае?

Соискатель

При обработке стандартной и экспериментальной были использованы одинаковые режимы резания. Но стойкость экспериментальной сферической фрезы была выше.

д.т.н., профессор Носов Н.В.

Но производительность то у Вас одинаковая? Производительность за счет вспомогательного времени тогда получается?

Соискатель

Производительность оценивали по увеличению стойкости инструмента.

д.т.н., профессор Носов Н.В.

За счет вспомогательного времени?

Соискатель

Да.

д.т.н., профессор Носов Н.В.

Вот Вы знаете, я просто выдвину предположение. Вы же занимались более глубоко. Вот как раз винтовая канавка изменила углы резания, изменила в лучшую сторону. Это всегда так бывает. Вот почему я активно Вас про это спрашивал. Все, у меня нет вопросов.

Председатель

Так, вопросы, пожалуйста. У кого есть? Профессор, Денисенко Александр Федорович.

д.т.н., профессор Денисенко А.Ф.

Заголовок вашей работы – «повышение работоспособности». Читаю дальше цель, за счет чего? Задачи, которые подлежат решению, например, написано «модернизировать модель», «разработать». Можете Вы сейчас коротко сформулировать, за счет чего Вы повышаете работоспособность? И что под работоспособностью Вы в данном случае понимаете?

Соискатель

В данном случае под повышением работоспособности я понимаю увеличение стойкости инструмента.

д.т.н., профессор Денисенко А.Ф.

За счет чего?

Соискатель

За счет применения сферических фрез с винтовыми стружечными канавками и за счет наличия осевого сквозного центрального отверстия.

д.т.н., профессор Денисенко А.Ф.

Так и надо было сформулировать. Следующий вопрос такой. Что Вам собственно дала компьютерная модель процесса обработки?

Соискатель

Компьютерная модель процесса обработки позволила рассчитать все параметры ШК и позволила получить профиль, необходимый для получения данной винтовой стружечной канавки. Позволила спрогнозировать, что дальнейшие исследования целесообразны. Поэтому дальше уже перешли на производство, изготовили и проверили расчетные параметры инструмента.

д.т.н., профессор Денисенко А.Ф.

Но у Вас же при этом обратная задача. У Вас был профиль ШК круга, им

Вы обрабатывали винтовую поверхность и смотрели, годится она у Вас или нет? Или, наоборот, по винтовой поверхности изделия в данном случае компьютерная модель позволила нам получить профиль круга.

Соискатель

Первым делом с помощью компьютерного моделирования нашли необходимый профиль винтовой стружечной канавки. С помощью круговых проекций нашли профиль дискового инструмента, который необходим для получения этой винтовой стружечной канавки.

д.т.н., профессор Денисенко А.Ф.

То есть задача в данном случае у Вас прямая?

Соискатель

Да, задача прямая.

д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Александр Федорович, прошу прощения.

д.т.н., профессор Денисенко А.Ф.

Да, конечно.

д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Ильназ Зуфарович, уточните. Вы сказали, что Вы учли модель параметра ШК. Я Вас цитирую. Какие именно параметры ШК Вы учли?

Соискатель

Диаметр ШК, его относительное расположение.

д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Относительное расположение это не параметр круга.

Соискатель

Профиль ШК.

д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Модель профиля ведь не подставишь, это должны быть какие-то числовые значения?

Соискатель

Были найдены координаты профиля ШК. Профиль состоит из сложных участков прямолинейных и дугообразных. Были найдены координаты этих узловых точек для ШК. Была построена компьютерная модель ШК и обработана данная сферическая фреза.

д.т.н., профессор Денисенко А.Ф.

Вы предлагаете инструмент со сквозным отверстием. А до этого разговор шел о том, что отверстие, там, на предыдущих фрезах забивается. В вашем случае не грозит такая опасность забить именно сквозное отверстие? Здесь не существует такой опасности?

Соискатель

В данном случае наличие данного отверстия позволяет подать смазочно-охлаждающую жидкость.

д.т.н., профессор Денисенко А.Ф.

Со смазочно-охлаждающей жидкостью все понятно. А вот с тем, что забьется или не забьется?

Соискатель

По крайней мере, пока производили обработку, забивания отверстия не происходило. Ведь сферическая фреза работает не перпендикулярно обрабатываемой поверхности, а под углом.

д.т.н., профессор Денисенко А.Ф.

То есть имеется возможность вымывания стружки?

Соискатель

Да, происходит вымывание.

д.т.н., профессор Денисенко А.Ф.

И, наверное, последний вопрос, поясните, пожалуйста. Если нумерация совпадает, вот слайд 20. Поясните еще подробнее, вот экспериментальная фреза и стандартная. В чем же разница между ними? Конечно, желательно было наносить на одном графике, чтобы сравнение было видно.

Соискатель

Я не наносил данные на одном графике, потому что здесь представлено много кривых и если бы все друг на друга наложить, тогда было бы еще хуже.

д.т.н., профессор Денисенко А.Ф.

Тогда просто коротко.

Соискатель

В данном случае обрабатывался лист материала из сплава ВТ5Л.

д.т.н., профессор Денисенко А.Ф.

Имеется в виду вот этот верхний и нижний экспериментальный график на слайде 20. В чем же там разница? Значение износа, характер его или еще

что-то?

Соискатель

Измерили износ по задней поверхности. После пяти минут обработки материала замеряли величину износа h_z и так далее до достижения его величины, равной 0,3 мм. Измерения износа проводили и для экспериментальных и стандартных сферических фрез. По достижению износа равного 0,3 мм – это так называемый критерий износа, эксперимент останавливали и определили стойкость сферических фрез, соответствующую данному износу.

Председатель

Какой критерий? Износ по задней поверхности?

Соискатель

Да, износ по задней поверхности. При этом стойкость для экспериментальных фрез составила 85 мин., а для стандартных 65-70 мин.

д.т.н., профессор Денисенко А.Ф.

Спасибо.

Председатель

Все у Вас да?

д.т.н., профессор Денисенко А.Ф.

Да.

Председатель

Можно я задам несколько вопросов. Слайд 17 откройте, пожалуйста. Вот, в связи с вопросами, которые Вам задавали. Я так понимаю, что Вы исследовали процесс обработки только на уровне кинематики процесса, определяя профиль винтовой канавки. Но ведь в реальный процесс резания сопровождается пластической деформацией, температурой и т.д. Наличие этих факторов не внесет погрешность в формируемые профили канавки, по сравнению с моделированием. Может не так все просто? Погрешность может быть здесь достаточно большой.

Соискатель

В рамках данной работы не рассматривали эти вопросы. Проводили только моделирование кинематики процесса обработки.

Председатель

Но ведь Вы изготовили фрезы?

Соискатель

Да.

Председатель

А почему не измерили ее конструктивно-геометрические параметры и не посмотрели, что же там на самом деле? Я, конечно, понимаю что это все не так просто. Видимо, может быть, потребуется «разрез» сферической фрезы, чтобы произвести измерения? Дальше, вот у Вас тут сечение. Этот профиль, в каком сечении фрезы?

Соискатель

Это профиль в торцовом сечении, перпендикулярном оси инструмента.

Председатель

Торцовых сечений можно провести много.

Соискатель

На расстояние от торца равное радиусу фрезы.

Председатель

А если сечение будет ниже.

Соискатель

Если будет ниже, то там уже углы будут соответственно другие.

Председатель

А Вы их просчитывали?

Соискатель

Мы их просчитывали, но измерить не получилось.

Председатель

А существенно отличаются ли углы в различных сечениях?

Соискатель

Здесь представлен график изменения углов. Угол наклона винтовой линии, задний угол и передний угол в зависимости от сечения.

Председатель

Какие цифры? Примерно, насколько отличаются?

Соискатель

В торцовом сечении при диаметре 20 мм передний угол был равен -14

градусам.

Председатель

Меня интересует насколько различны углы в разных сечениях?

Соискатель

Вы имеете в виду диапазон изменения углов?

Председатель

Да, диапазон, т.е. существенно меняются углы или нет?

Соискатель

В пределах 20 градусов.

Председатель

Вот на слайде 23 у Вас шероховатость получилась одинаковой. И для стандартной фрезы, и для экспериментальной. Использование винтовых стружечных канавок ведет к равномерному фрезерованию и вероятность возникновения вибраций при использовании стандартной фрезы существенно выше. У Вас не наблюдались вибрации при обработке стандартной фрезой?

Соискатель

Вибрации мы не измеряли и они не наблюдались. Шероховатость обработанной поверхности для стандартной и экспериментальной сферических фрез была одинаковой. Стойкость экспериментальной сферической фрезы была выше.

Председатель

Шероховатость здесь должна быть чуть лучше, потому что фреза с винтовыми канавками работает плавно.

Председатель

Еще вопросы? Да, профессор Петр Михайлович Салов, пожалуйста.

д.т.н., профессор Салов П.М.

Покажите, пожалуйста, схему построения линии пересечения цилиндра со сферой. Это слайд 11. Посмотрите, пожалуйста. Винтовые линии показаны справа? Так ясно. А теперь покажите слайд 15. Так вот. Объясните, как вы получаете этот профиль? Судя по самому правому рисунку, круг работает у Вас торцом. А торцом он будет работать только двумя точками. Имея такую неравномерную грань как же можно заточить это инструмент?

Соискатель

Подбирался угол винтовой линии таким образом, чтобы можно было об-

работать данную поверхность.

д.т.н., профессор Салов П.М.

Одно место, а дальше как Вы предполагаете? Профиль то совершенно другой.

Соискатель

В данном случае у нас угол профиля винтовой стружечной канавки больше 90 градусов.

д.т.н., профессор Салов П.М.

У меня нет вопросов.

Председатель

Так, вопросы? Д.т.н. Ковальногов Владислав Николаевич, пожалуйста.

д.т.н., Ковальногов В.Н.

Формальная сторона вопроса. Автореферат, который раздали членам ученого совета, он соответствует тому, что было разослано в другие организации.

Соискатель

Да, конечно. Я просто распечатал несколько дополнительных экземпляров в цвете, потому что в некоторых замечаниях было указано, что рисунки 10 и 14 в черно-белом исполнении плохо видны.

д.т.н., Ковальногов В.Н.

Почему это смутило, потому что нет выходных данных. И в замечаниях на автореферат вот я цитирую «Автореферат написан с большим количеством грамматических ошибок». Я большого количества здесь не нашел. Дальше «полученный нами автореферат имеет вид чернового варианта содержит комментарии и отметки, сделанные карандашом».

Соискатель

Я вынужден согласится. Каким образом они там появились, я не знаю.

д.т.н., Ковальногов В.Н.

А выходных данных, почему нет?

Соискатель

Выходные данные есть во всех экземплярах, которые рассылались по почте. Это просто дополнительные экземпляры для членов совета с цветными рисунками.

д.т.н., Ковальногов В.Н.

Но выходных данных то нет. Цветные рисунки второе отличие. По формальным моментам. По положению в автореферате должен быть отражен личный вклад автора. Ответьте, пожалуйста, на данный вопрос, учитывая то что, в большинстве публикаций Вы являетесь вторым или третьим автором.

Соискатель

Здесь отражены основные публикации. Есть еще публикации в научных конференциях, которые в автореферате не указаны. Таких публикаций четыре.

д.т.н., Ковальногов В.Н.

Ну и какой же ваш личный вклад?

Соискатель

Это разработка программного обеспечения, конструкции сферической фрезы и математических моделей. Это отражено в публикациях.

д.т.н., Ковальногов В.Н.

Вот если посмотреть на список публикаций. Программный продукт, авторы: Чемборисов Н.А. и Вы. Патент на бор-фрезу, авторы: Чемборисов Н.А. и Вы.

д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Прошу прощения, но есть три публикации, где он один и есть публикации, где он первый.

д.т.н., Ковальногов В.Н.

Я хочу, чтобы соискатель четко сказал о личном вкладе.

д.т.н., профессор Худобин Л.В.

А вот это уже другой вопрос.

Соискатель

Личный вклад: разработка математической модели, алгоритмов; разработка программного обеспечения; проведение экспериментальных исследований; подготовка всех материалов для публикации.

д.т.н., Ковальногов В.Н.

Нужно отразить в заключении личный вклад.

Председатель

А там это есть. Так вопросы еще, пожалуйста, профессор Дьяконов Александр Анатольевич.

д.т.н., профессор Дьяконов А.А.

Скажите, пожалуйста, вот у Вас и в названии и в цели сказано о повышении работоспособности. А заканчивается все стойкостью. Работоспособность и стойкость это два разных понятия, определенных ГОСТом.

Соискатель

Стойкость является как раз одним из основных показателей работоспособности инструмента. Работоспособность – это большое количество параметров, которые определяют работоспособное состояние инструмента, стойкость является одним из основных.

Председатель

Так, профессор Клячкин Владимир Николаевич, пожалуйста.

д.т.н., профессор Клячкин В.Н.

Слайд 12 откройте, пожалуйста. Расшифруйте заголовок, я понять не могу определение диапазона решения задач. Какой диапазон Вы определяли?

Соискатель

Был определен диапазон наиболее удаленных точек соприкосновения дискового инструмента и сферической фрезы, в котором определены параметры.

Председатель

Так, Владимир Николаевич, есть вопросы еще (нет). Так вопросы есть еще?

д.т.н., профессор Носов Н.В.

Я так и не понял, график износа. Известно, что интенсивность износа твердого сплава ВК8 – это 5 мкм на километр. Вот у Вас через 5 минут уже там 50, 100, 150 мкм износа. Как это получилось?

Соискатель

Это объясняется величиной скорости резания.

Председатель

Ну что заканчиваем с вопросами? (да) Я хотел бы немного пояснить. Владислав Николаевич заметил оплошность нашего соискателя. Как он уже объяснил, есть разосланные и по адресам и, в том числе, всем членам совета нормальные авторефераты. Вот он у меня в руках. Для того чтобы рисунки в черно-белом варианте были более понятны он сделал дополнительные экземпляры автореферата с данными рисунками в цвете. Мне кажется, это ничего не изменяет. Ведь это не другой автореферат.

Ну что? На этом мы с Вами вопросы заканчиваем? (да) Перерыв будем

делать? (нет).

Соискатель, можете присаживаться.

Слово предоставляется научному руководителю работы, к.т.н., доценту Хисамутдинову Равилю Миргалимовичу, пожалуйста.

Добрый день, уважаемые коллеги. Я бы не хотел зачитывать тот отзыв, который мы предоставили, но хотелось несколько слов не в защиту а, скажем так, для того чтобы еще раз сделать акцент на тех моментах работы с нашим соискателем. Первое, на что хотел бы обратить внимание: это весьма целеустремленный молодой ученый. В течение этих лет он проделал огромный объем работы. И я первый акцент поставил бы на том, что он реализовал комплексный подход, который сочетает в себе проектирование с моделированием и формообразованием будущего изделия. Что для меня, допустим, имеет огромное значение. Комплексный подход – это то, что минимизирует ошибки и дает полное решение и в конечном итоге позволяет реализовать на практике, то, что было задумано, исследовано и доказано. Второй акцент я хотел бы поставить на том, что в ходе своей работы он сумел действительно достичь повышения работоспособности инструмента. Создал алгоритмы, которые позволяют при компьютерном моделировании буквально за секунды получать любые варианты использования данной фрезы, соответственно ускоряют работу, т.е. повышает производительность инженера, который проектирует. Далее в рамках, допустим, науки будущего, это сразу может быть направлено в рабочее место на станок и получен в короткий срок тот инструмент, который необходим производству. И Роспатент отметил это двумя документами, первое, это свидетельство на компьютерную программу, второе, это патент на полезную модель, т.е. он добился усовершенствования конструкции. Третий акцент хотел бы я поставить на том, что за этот период он показал себя как молодой ученый, способный вести научную дискуссию, как в печати, так и на научно-технических конференциях. У него в итоге на сегодняшний день не 19 работ, а больше. Но указано по данной работе 19 работ, из которых 8 в изданиях, рекомендованных ВАК. И четвертый акцент я хотел бы обозначить то, что в принципе те геометро-кинематические задачи, которые были перед ним поставлены на старте выполнения данной диссертационной работы и конечная цель они выполнены. Соискатель выполнил ту задачу, которую брал на себя на старте. И все эти решения являются действительно его личными вкладами, не подсказками руководителя и т.д. Это я подтверждаю. Ну, я считаю, что, на мой взгляд, он заслуживает, благодаря положительным результатам выполненной работы, то, что мы видели уже и на практике, присвоения степеней, которых позволяет делать сегодня диссертационный совет и ВАК. Вкратце у меня все. Есть ли вопросы? (нет).

(Отзыв прилагается).

Председатель

Спасибо, присаживайтесь. Вопросы есть? (нет). Слово предоставляется

Николаю Ивановичу Веткасову для оглашения заключения организации, в которой выполнялась работа и отзыва ведущей организации.

Ученый секретарь оглашает заключение организации, где выполнялась диссертационная работа.

Ученый секретарь

В деле соискателя имеется заключение Набережночелнинского института (филиал) ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», где выполнялась диссертация, в котором отмечается личное участие автора в получении научных результатов, отмечается степень обоснованности научных положений и достоверность полученных результатов, степень научной ценности и новизны полученных результатов, практическая значимость работы. Отмечается, что работа хорошо апробирована в публикациях, патентах на изобретение, свидетельствах о регистрации программ для ЭВМ и материалах конференций, в которых участвовал соискатель. В заключение организации делается вывод, что диссертационная работа Сунгатова Ильназа Зуфаровича полностью соответствует специальности 05.02.07 и рекомендуется к защите по данной специальности. Заключение принято на расширенном заседании кафедр «Машиностроение» и «Конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств» и подписано заместителем директора по научной деятельности, д.т.н., профессором Симоновой Л.А.

(Заключение прилагается).

Председатель

Так, по заключению имеются вопросы? (нет) Пожалуйста, отзыв ведущей организации.

Ученый секретарь зачитывает отзыв ведущей организации.

Ученый секретарь

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова». Отзыв ведущей организации составлен профессором кафедры «Конструкторско-технологическая подготовка машиностроительных производств» ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова» д.т.н., профессором Осетровым В.Г. И утвержден ректором ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова» д.т.н., профессором Якимовичем Б.А. Отзыв положительный. Так же как и в заключении Набережночелнинского института (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения (ФГАОУ) высшего образования (ВО) «Казанский (Приволжский) федеральный университет» отмечается актуальность темы и новизны диссертационной работы, степень обоснованности, достоверность полученных результатов, практическая значимость результатов работы, ре-

зультаты полученные лично соискателем, публикации при апробации работы. Вместе с тем в отзыве ведущей организации имеется ряд замечаний.

С Вашего позволения я зачитаю их (зачитывает):

1) К сожалению, задача профилирования стружечных канавок при сложном пространственном движении инструмента второго порядка не рассмотрена как задача огибания семейства производящих поверхностей (т.е. как пространственная задача), что, возможно, дало бы ряд упрощений, а сведена к плоской задаче огибания профилей, спроецированных на общую осевую плоскость;

2) Следовало бы, на наш взгляд, в более явном (возможно, количественном) виде отразить «повышение работоспособности сферических фрез с винтовыми стружечными канавками» (название работы).

И в заключении отмечается следующее, что диссертация представляет собой законченную научно-исследовательскую работу и соответствует специальности 05.02.07 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки». Диссертационная работа соответствует требованиям предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, как к научно-квалификационной работе, а ее автор Сунгатов Ильназ Зуфарович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки».

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден и утвержден на расширенном заседании кафедр «Конструкторско-технологическая подготовка машиностроительных производств» и «Производство машин и механизмов» ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова».

(Отзыв прилагается).

Председатель

Все Николай Иванович, да?

Ученый секретарь

Пока все.

Председатель

На автореферат диссертации поступило 15 отзывов. Все они положительные. Предлагается, как и на прошлом заседании, заслушать обзор отзывов. Нет возражений? (нет). Пожалуйста, **Николай Иванович Веткасов**.

Ученый секретарь зачитывает обзор отзывов

(Отзывы прилагаются).

Все отзывы положительные. Я остановлюсь на тех замечаниях, которые приведены на отзывах в автореферат. Всего, как уже сказал Владимир Петрович, поступило 15 отзывов.

1. ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет». Подписан д.т.н., доцентом, заведующим кафедрой «Металлорежущие станки и инструменты» Хандожко А.В. Три замечания: 1) В обзоре следовало бы упомянуть работы профессора Протасьева В.Б. и Истоцкого В.В., которые непосредственно занимаются схожей задачей и имеют большое число публикаций на эту тему и опыт практического использования научных разработок; 2) Поскольку формообразование происходит в условиях подреза, желательно было бы больше внимания уделить вопросу установки ШК относительно детали (заготовки); 3) Кажется не совсем удачным название работы – основное ее содержание связано с вопросами изготовления инструментов, заявленная проблема повышения работоспособности фрез отражена в автореферате крайне лаконично.

2. Набережночелнинский филиал ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ». Отзыв подписан к.т.н., старшим преподавателем кафедры «Конструирование и технологии машиностроительных производств» Емельяновым Д.В.; к.т.н., доцентом, заведующим кафедрой «Конструирование и технологии машиностроительных производств» Савиным И.А. Три замечания: 1) На странице 4 указан программный продукт КОМПАС-3D V12. В то время как более новой и современной является КОМПАС-3D V16; 2) Из автореферата не ясно, из какого материала изготовлена сферическая фреза и чем обусловлен выбор обрабатываемого материала (Сплав ВТ5Л, Сталь 20Х13, Сталь 5ХНМ); 3) Так же не ясно как меняются значения переднего угла по длине режущей кромки.

3. ФГБОУ ВПО «Омский государственный технический университет». Отзыв подписан д.т.н., профессором, заведующим кафедрой «Металлорежущие станки и инструменты» Поповым А.Ю.; к.т.н., доцентом кафедры «Металлорежущие станки и инструменты» Реченко Д.С. Три замечания: 1) Автореферат написан с большим количеством грамматических ошибок; 2) Полученный нами автореферат имеет вид чернового варианта, содержит комментарии и отметки, сделанные карандашом, что является неуважением автора к коллегам; 3) Используемый в работе сплав ВК8 имеет диапазон размеров карбидов от 1 до 8 мкм. На наш взгляд для инструмента такого типа было бы более целесообразно использовать мелкозернистый сплав.

4. ОАО Ремдизель. г. Набережные Челны. Отзыв подписан к.т.н., первым заместителем генерального директора Аюкиным З.А. Два замечания: 1) На страницах 14 и 15 рисунки совершенно не видны. На будущее рекомендуется автореферат печатать в цвете; 2) Имеются орфографические ошибки.

5. ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.». Отзыв подписан профессором, д.т.н., профессором кафедры «Автоматизация, управление, мехатроника» Игнатьевым А.А.; д.т.н., профессором, ведущим специалистом НПФ «Градиент-с» при СГТУ имени Гагарина Ю.А. Погораздовым В.В. Замечания: 1) Утверждение (с. 3), что профиль винтовой поверхности ни в одном из сечений не соответствует профилю образующей ШК ошибочно для случая эвольвентного червяка, образуемого коническим или дисковым ШК; 2) Критична фраза (с. 3) «является винтовая поверх-

ность на сфере». Следует помнить, что сфера (как понятие) является оболочкой или границей шара, поэтому трудно себе представить некую винтовую поверхность (трехмерный объект) на этой границе-оболочке. Кроме того следовало бы с большей формальностью и осторожностью классифицировать рассматриваемую поверхность стружечной канавки фрезы как винтовую; 3) На с. 12 в представлении содержания третьей главы диссертации говорится о какой то «винтовой стружечной канавки ШК», который показан на с.13 в виде 3-д модели как дисковый с составным профилем осевого сечения без какой-либо винтовой канавки в нем; 4) Представляя первую главу диссертации в автореферате, автор слишком ограничил существующую базу знаний по винтовому формообразованию, сославшись по своему усмотрению на ряд вполне достойных авторов, не упомянув работы (кроме Н. Щеголькова, С. Илюхина и Н. Чемборисова), в которых в полной мере использованы вычислительные и графические возможности современных ЭВМ и программных сред (список известных работ и авторов более чем обширен); 5) В автореферате не показано, какой фактор (точность профилирования, качество прикромочных поверхностей фрезы или отверстие для подвода жидкости в зону резания) повысил стойкость инструмента на весьма малозаметную для практики величину в 17%.

6. ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет». Отзыв подписан д.т.н., профессором, заведующим кафедрой «Технология машиностроения» Братаном С.М.; к.т.н., доцентом кафедры «Технология машиностроения» Богущким В.Б. Замечания: 1) В качестве цели работы автором ставится «повышение работоспособности сферических фрез...» (стр. 3) в то же время в «ЗАКЛЮЧЕНИИ» (стр. 16) дается оценка стойкости инструмента «стойкость экспериментальных сферических фрез выше на 17-23%» что ни одно и тоже; 2) В автореферате не приведены пределы варьирования режимов резания при которых проводилась оценка стойкостных характеристик экспериментальных сферических фрез, что затрудняет оценить корректность полученных результатов повышения стойкости; 3) Из автореферата не ясно, каким способом на поверхности абразивного инструмента формировался радиус R_c который «необходимо править радиусом на 0,1-0,2 мм меньше, чем радиус дна винтовой стружечной канавки...» (стр. 16) и как это реализовать для предлагаемой конструкции фрезы с $r_k = 0,2$ мм; 4) Из автореферата не ясно, с какой целью выходные данные из разработанной программы вводились в управляющую программу станка с ЧПУ, если в тексте сказано «... в ручном режиме была изготовлена сферическая фреза» (стр. 14).

7. ФГБОУ ВО «Тюменский государственный нефтегазовый университет». Отзыв подписан заслуженным работником высшей школы РФ, д.т.н., профессором, заведующим кафедрой «Станки и инструменты» Артамоновым Е.В. Замечания: 1) Как влияет угол наклона стружечных канавок на работоспособность инструмента и шероховатость обработанной поверхности?; 2) Из автореферата не ясно из какого инструментального материала изготовлена фреза и на каких режимах проводились экспериментальные исследования?; 3) К замечаниям следует отнести плохо читаемые рисунки 10а и 13.

8. ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет». Отзыв подписан заслуженным деятелем науки и техники РФ, д.т.н., профессором кафедры «Технология машиностроения» Ямниковым А.С. Замечания: На с. 6 автореферата трижды неправильно вставлено слово «градус» после слов: 1) r_k – радиус дна винтовой стружечной канавки, *градус*; (здесь д.б. *мм*); 2) окружной шаг, *градус*; (здесь д.б. *рад*); 3) угол профиля канавки, *градус*; (здесь д.б. *рад*).

9. ФГБОУ ВПО «Тюменский индустриальный университет». Отзыв подписан к.т.н., доцентом, исполняющим обязанности заведующего кафедрой «Технология машиностроения» Некрасовым Р.Ю.; д.т.н., профессором кафедры «Станки и инструменты» Утешевым М.Х. Замечаний нет.

10. ФГБОУ ВПО «Ковровская государственная технологическая академия имени В.А. Дегтярева». Отзыв подписан д.т.н., профессором, заведующим кафедрой «Технологии машиностроения» Житниковым Ю.З. Замечания: 1) В автореферате не сформулированы случаи возникновения погрешностей за счет математического моделирования сферических фрез и способы их устранения; 2) Не приведена точность изготовления сферических фрез по сравнению с требуемыми значениями, которые так же не приведены в автореферате.

11. ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.». Отзыв подписан д.т.н., профессором кафедры «Проектирование технических и технологических комплексов» Янкиным И.Н. Замечания: 1) При эксплуатации концевых фрез важное значение приобретает свойство их виброустойчивости, что достигается рациональным проектированием числа и формы режущих лезвий, обеспечивающих непрерывный контакт фрезы с обрабатываемым материалом, что не отражено в автореферате.

12. ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.». Отзыв подписан д.т.н., профессором кафедры «Технология машиностроения» Давиденко О.Ю. Замечания: 1) Проводились ли стендовые испытания изготовленных сферических фрез?; 2) Было ли внедрение результатов исследования. Что может это подтвердить?; 3) Не показан расчет технико-экономической эффективности использования в реальном производстве полученных в работе результатов.

13. ФГБОУ ВО ФГБОУ ВПО Московский государственный технологический университет «СТАНКИН». Отзыв подписан д.т.н., профессором, заведующим кафедрой «Инструментальная техника и технология формообразования» Гречишниковым В.А. Замечания: 1) Не совсем понятны рисунки 2 и 3. В каких сечениях они располагаются; 2) Не убедительно обоснован выбор обрабатываемых материалов в эксперименте.

14. ФГБОУ ВПО «Донской государственный технический университет». Отзыв подписан д.т.н., профессором, заведующим кафедрой «Инструментальное производство» Рыжкиным А.А.; к.т.н. доцентом кафедры «Инструментальное производство» Алиевым М.М. Замечания: 1) Не ясно, в какой мере результаты работы могут быть распространены на такие процессы лезвийной обработки, которым органически присуща тепловая и деформационная динамичность, в частности, использованы для решения задач управления и оптимизации

режимов при фрезеровании труднообрабатываемых материалов; 2) Не исследованы методы управления процессом лезвийной обработки труднообрабатываемых материалов, в частности, жаропрочных сплавов на никелевой основе, в условиях нестационарного резания. Учитывая, что повышение технико-экономических показателей процессов обработки деталей сложных форм из высокопрочных материалов пониженной обрабатываемости на станках с ЧПУ и мехатронных станочных системах является неотъемлемой проблемой современного машиностроительного производства; 3) Не исследованы влияние на высоту микронеровностей, процессов в зоне резания с учетом влияния фактора переменности элементов режима резания (текущих значений и тенденция направленного изменения) и фактора изменения конфигурации контактной зоны и свойств взаимодействующих поверхностных слоев материалов контактирующих тел, обусловленного необратимым ростом величины износа лезвия инструмента.

15. ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет». Отзыв подписан д.т.н., профессором кафедры «Инструментальные и метрологические системы» Ушаковым М.В. Замечания: 1) Если решены задачи, то почему что-то надо модернизировать, разработать и т.д. (стр. 3); 2) Непонятна фраза (стр. 5, с.22 снизу) «Существуют 4 основные профили винтовой стружечной канавки»; 3) Что такое «... конструкцией одинакового-расположения винтовых стружечных канавок...»; 4) Стр. 7 с.1 термин «рассмотрим» - кто будет рассматривать?; 5) Перед формулами (24, 26) отсутствует пояснение типа «условие, определится по зависимости и т.п.»; 6) Непонятно, что такое «... диапазон дальнейших расчетов...» (стр. 11, с.14 сверху).

Председатель

Так, пожалуйста, Ильназ Зуфарович, Вам слово для ответов на замечания ведущей организации и отзывов на автореферат.

Соискатель

Со всеми замечаниями от ведущей организации я согласен. Замечания носят рекомендательный характер, которые будут учтены в дальнейшей работе.

д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Ильназ Зуфарович, погромче, пожалуйста.

Соискатель

На многие вопросы я отвечал в ходе обсуждения работы. Замечания, которые касаются того, что некоторые моменты не отражены в автореферате, хотелось бы сказать, что автореферат ограничен объемом. Со всеми замечаниями, касающимися орфографии, грамматики и т.д. я согласен. По остальным замечаниям на автореферат скажу следующее.

По замечаниям от профессора Братана С.М. Ответ на четвертое замечание. Под выражением «в ручном режиме была изготовлена сферическая фреза»

я подразумеваю то, что выходные данные из программного обеспечения были загружены в ЧПУ станка. Обработка осуществлялась по координатам точек.

Отзыв от профессора Артамонова Е.В. С третьим замечанием я согласен. На вопрос о том, как влияет угол наклона стружечных канавок, хотелось бы сказать, что в данной работе влияние угла наклона стружечных канавок на работоспособность инструмента и шероховатость поверхности обработанной не исследовалось. Так как, по нашему мнению, данные исследования охватывают большой объем необходимых испытаний в промышленных условиях. На второй вопрос я ответил в ходе обсуждения.

На первое замечания профессора Гречишникова В.А. о не совсем понятных сечения. Хотелось бы уточнить, что данные сечения располагаются вдоль оси сферической фрезы и в торцовом, т.е. в перпендикулярном к оси сферической фрезы. Со вторым замечанием я согласен.

Со всеми остальными замечаниями, которые носят рекомендательный характер, я согласен. Замечания я обязательно учту в дальнейшей работе.

Председатель

Так все? (да) Спасибо большое. Присаживайтесь. Слово для отзыва предоставляется официальному оппоненту, **д.т.н., профессору Шаламову Виктору Георгиевичу.**

д.т.н., профессор Шаламов В.Г.

Уважаемые члены ученого совета! В соответствии с Положением о порядке рассмотрения и представления к защите диссертации я подготовил отзыв на семи страницах, которые содержат актуальность темы диссертации, степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций их достоверность и новизна. Замечания по работе и заключение, все как требуется по Положению. Не искажая сущности этого Положения, я бы хотел некоторые моменты изложить человеческим языком, а не казенным, формальным, который требуется для отзыва.

Прежде всего, актуальность работы. Насчет винтовых поверхностей Вы все прекрасно знаете, что они имеют огромные объемы и масштабы применения в различных сферах народного хозяйства. В частности, достаточно грубо и приблизительно их можно разделить на следующие виды: 1) Крепежные винтовые поверхности различной формы и назначения. Это самая простейшая форма; 2) Следующая, это различные шнековые устройства, зубчатые колеса, крыльчатки различного вида, которые служат для перемещения различных материалов, веществ и т.п. 3) И третья крупная сфера применения, это наш любимый металлорежущий инструмент. Тут тоже огромное поле деятельности: сверла, фрезы, развертки, зенкеры, протяжки, червячные фрезы, долбяки. Т.е. огромное количество. Вот в связи с этим, что необходимо, прежде всего, отметить, во всех этих случаях требования к винтовым поверхностям совершенно разные и подходы к их решению так же различны. Общим является следующее: все винтовые поверхности формируются методом безцентроидного огибания.

Что это значит? Это значит, тривиальную вещь, что профилирующий инструмент будет иметь форму несовпадающую с профилем винтовой поверхности, потому что у нас нет метода копирования. И основной задачей, вот при решении подобных задач является определение формы профилирующего инструмента. Вот над данной задачей трудилось огромное количество людей. Я некоторые фамилии просто Вам назову, кто в этой сфере работал, те люди, которых Вы прекрасно знаете: Гречишников, Кирсанов, Лашнев, Перепилица, Радзевич, Родин, Щегольков и т.д. Можно продолжать до бесконечности. Я еще могу назвать десятка полтора фамилий. Даже при решении этой задачи существует специальная терминология. Когда касается речи винтовых поверхностей, у нас сразу возникают специфические термины: точка контакта, угол контакта, линия контакта, условие контакта, уравнение контакта, профилирование инструментов, формообразование винтовой поверхности. И в основе всех этих вещей является определение точек контакта, т.е. тех моментов, в которых происходят соприкосновения точки режущей кромки инструмента с соответствующей точкой профиля винтовой поверхности. Для этого разработано у нас огромное количество методов, которые позволяют находить эту точку: метод общих нормалей, метод общих касательных и метод совмещенных сечений. Дальше идут модификации этих методов, которые разработаны и применяются для различных видов деталей, форм и назначений, т.е. очень много. При для решения этой задачи тоже разработаны различные методы, которые мы группируем условно на три метода: аналитические методы, графические методы и графоаналитические методы. Раньше считалось, что эти методы обладают различной точностью, однако сейчас с учетом возможностей современной вычислительной техники в большинстве случаев можно получать сопоставимые результаты. Допустим графоаналитические методы, сейчас начинают достаточно активно развиваться, потому что они, прежде всего наглядные и дают достаточную точность этих результатов. Вот о чем речь. И вот проработав много лет, что мы имеем. Даже применительно к простейшему случаю винтовой поверхности на цилиндрической поверхности. Как у нас идет профилирование? Вот мы рассчитали, у нас имеется профиль винтовой поверхности, мы определили профиль инструмента, который нам нужен. Я говорю, что у меня написано. Иначе будет дальше непонятно, что сделал соискатель. Так вот мы спрофилировали инструмент. Это еще не значит, что заданная задача будет решена. Значит, потому что все существующие методики не учитывают так называемых условий формообразования, которых выделяют от 3 до 6, и не одна методика в них не входит. А поэтому дальше решают вторую задачу. Инструмент спрофилировали, теперь смотрим, какая поверхность получится. В литературе это называют прямой и обратной задачей. Хотя это не совсем верно, более правильно – это конструкторская и контрольная задача или проектно-проверочная задача. Так вот, и в результате получается, что, допустим, когда все получилось – это хорошо, а когда не получилось, что делать? Вот мы проверили, но не получается. У нас нет хорошей методики, чтобы получить то, что надо и дальше идет метод подбора. Значит, это для цилиндрической поверхности и все вещи значительно

усложняются, если мы переносим рассмотрение получения винтовой поверхности на более сложную поверхность, на коническую поверхность и уж не говоря о сферической поверхности. У нас здесь сразу все эти задачи сразу усложняются. И вот соискатель взялся решать задачу, которую решали десятки ученых в течение допустим ну лет 50-60, когда более серьезные работы выполнялись. Конечно ожидать, что соискатель сумеет решить эту задачу на таком уровне, в общем-то нет никаких оснований. Но, тем не менее, основные виды этих работ он решил в своей работе. Он решил проектную задачу, он решил контрольную задачу и даже там попытался там оценивать полученные результаты.

Но, тем не менее, в результате анализа всех этих работ, учитывая невозможность решения поставленной задачи, по рассматриваемой работе я сделал следующие замечания:

1) Диссертационная работа связана с формообразованием винтовой поверхности (ВП) на сфере. Проведенный же анализ (1 раздел) относится, в основном (24 с. из 26 с.), только к рассмотрению общих вопросов ВП (прямо не относящиеся к ВП на сфере). В то же время, сферические фрезы с ВП выпускаются даже по ГОСТ 18 944-73 (см. таблицу 3.1), причём с постоянным углом наклона ВП. Поэтому по работе достаточно сложно понять уровень и сущность разработок автора.

2) Вызывает сомнение рекомендация автора (3-ий общий вывод) по ограничению параметра винта (ρ) ВП величиной 0,5. Данная рекомендация в работе не обоснована. Учитывая, что $\rho = R/t d \omega$, неясно почему при $R=0$, $\omega=31,82$ (таблица 3.1). Он должен быть 0 градусов.

3) На рис. 3.1 представлен алгоритм компьютерного моделирования, предусматривающий коррекцию параметров установки при наличии отклонений параметров образующей (профиль ВП) от заданных. Разработана математическая модель для контроля отклонений (п. 2.4). Каким образом осуществляется корректировка, какие параметры установки для этого используются, в работе отсутствуют.

4) Как можно использовать профилометр 296 для измерения шероховатости по двум координатам, если протяжённость передних и задних поверхностей, даже по середине профиля, не более 6 мм? Что говорить о точках, которые приближаются к концу. Причем непонятно, в каком направлении мерится эта шероховатость? В продольном или поперечном?

5) Ну, это уже неоднократно отмечалось в обсуждении и в замечаниях на автореферат. В диссертационной работе достаточно много неверной трактовки и/или использования терминов и понятий. Ну например, я Вам приведу:

– начиная со страницы 4, автор использует для винтовой поверхности на сфере понятие «сложная поверхность» (с. 4). Этому понятию «сложная поверхность» нет критерия. Какую поверхность мы будем считать сложной, если нет критерия и поэтому «сложная поверхность» в различных условиях производства может оказаться выполнение плоскости, а не только винтовой поверхности.

Поэтому более правильно в данном случае использовать термин «фасонная» поверхность;

– следующее, целью... работы является... на основе математического моделирования процесса обработки (с. 5). Но любой процесс обработки сопровождается многочисленными явлениями, характеризующимися некоторыми параметрами. Поэтому для моделирования процесса обработки необходимо иметь весь набор математических моделей рассматриваемых параметров, которые в совокупности определяют имитационную модель процесса обработки. В рассматриваемой работе процесс «обработки» ВП не рассматривается (в отношении возникающих сил, температур, вибраций, качества обработанной поверхности и т.п.). Рассматриваются и моделируются некоторые параметры профилирования ВП на сфере. Вот у него работа, о чем идет;

– следующее, научная новизна, в научной новизне соискатель пишет: метод определения... (с. 5). Метод имеет практическую, но не научную ценность. Научную ценность представляют закономерности, явления и т.п., закладываемые в основу метода. В данной работе определённую научную ценность представляет использование семейства винтовых линий, а не сечений метода со-вмещённых сечений;

– и дальше фраза (с. 30) «зуб состоит из задней и передней поверхностей»;

– дальше фраза из работы «координаты центра окружности определяются как произведение углов наклона»;

– «процессе среза обрабатываемого материала» (с. 90) и т.п.

Вот я в замечания внес эти вещи. Заключение.

Диссертация И.З. Сунгатова является актуальной, законченной, в значительной степени самостоятельной научно-квалификационной работой. Поставленные в работе задачи в основном решены и цель достигнута: разработаны математические модели образующей и направляющей винтовой поверхности на сфере, решены проектная и контрольная задачи профилирования производящей и образуемой поверхностей, предложена модель для оценки отклонений заданного и расчётного профилей для коррекции параметров установки, разработаны алгоритмы и программы проектирования инструмента, проведено экспериментальное подтверждение адекватности теоретических разработок.

Основные результаты работы за период 2008-2016 г.г. опубликованы в 19 статьях и тезисах (4 статьи индивидуально), в том числе 8 статей в изданиях, рекомендованных ВАК (в соавторстве), докладывались на конференциях различного уровня. Содержание автореферата достаточно адекватно отражает основные положения диссертации.

Разработанные соискателем: математические модели, алгоритмы, программы и методики, конструкторские решения, патент на полезную модель и свидетельство о регистрации, полученные лабораторно-производственные практические результаты – являются научно-обоснованными техническими и технологическими решениями, внедрение которых вносит существенный вклад в развитие экономики страны.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа И.З. Сунгатова соответствует п. 9 Положения в части требований к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки». Вот все, что я хотел доложить.

(Отзыв прилагается).

Председатель

Спасибо Виктор Георгиевич. Присаживайтесь.

д.т.н., профессор Худобин Л.В.

У меня вопрос к оппоненту. Ну, давайте так, сначала Вы нам прочитали лекцию по основным вопросам. За что, спасибо. Потом ничего не сказали о том, что сделал уважаемый соискатель. Потом разнесли его в пух и прах. И после этого разноса следует единственный логический вывод, то, что диссертация не удовлетворяет требованиям. Дальше Вы не оценили его разработки, а просто их аннотировали. Что сделали в реферате, вот сделано то-то и то-то. А что сделано, хорошо, весома или нет. Я думаю, сначала лучше было бы показать.

д.т.н., профессор Шаламов В.Г.

Пожалуйста, я немного опустил материал, который касается степени обоснованности.

д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Разве можно такие вещи пропускать?

д.т.н., профессор Шаламов В.Г.

Согласен, но все это изложено в моем отзыве.

Председатель

Спасибо, Виктор Георгиевич. Присаживайтесь. Ильназ Зуфарович, Вам слово для ответов на замечания.

Соискатель

Со всеми замечаниями, касающимися пятого пункта: орфографии, неточностей высказываний фраз и т.д. я полностью согласен.

По поводу первого замечания хотелось бы отметить, что сферические фрезы, которые выпускаются по ГОСТу, имеют недостатки в виде отклонений прямолинейности стружечной канавки и наличия зоны с нулевыми скоростями.

По второму замечанию. Величина параметра винта r , ограниченная величиной не более 0,5, была найдена в ходе математического моделирования в среде программного обеспечения Matcad.

По третьему замечанию. Для корректировки параметров установки инструмента использовали: межосевое расстояние, угол скрещивания, угол наклона

ШК, угол поворота ШК вокруг собственной оси.

По четвертому замечанию. Шероховатость по задней поверхности сферической фрезы измеряли в поперечном направлении.

С пятым замечанием я согласен. Спасибо.

Председатель

Вы с терминологией то согласны.

Соискатель

Да, конечно. Если можно, хотел бы, поэтому поводу объяснить, почему я использовал термин «сложная». Этот термин упоминается в учебнике Дружинского И.А. – Методы обработки сложных поверхностей на металлорежущих станках. И поэтому я его использовал. Я согласен, что более корректно говорить «фасонная».

Председатель

Так, Виктор Георгиевич, Вы согласны?

д.т.н., профессор Шаламов В.Г.

Да.

Председатель

Присаживайтесь, пожалуйста. Ну как я уже сказал второй оппонент не приехал. Письмо о причине его отсутствия на защите имеется. Отзыв второго официального оппонента зачитает Николай Иванович Веткасов.

Ученый секретарь зачитывает отзыв оппонента к.т.н., доцента Фомина Анатолий Анатольевича

Ученый секретарь

Отзыв официального оппонента, к.т.н., доцента кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» Фомина Анатолий Анатольевича.

Отзыв положительный, сразу скажу. Отзыв содержит такие разделы как

1. Актуальность темы диссертации. В частности, отмечается, что применение сферических и фасонных фрез позволяет, обеспечит высокую производительность и требуемое качество обработанных поверхностей путем варьирования конструктивно-геометрическими параметрами сферических фрез. Достигается более высокая эффективность обработки сложных поверхностей. Но в то же время их основными недостатками являются наличие зоны с нулевыми скоростями на торцевой части. В направлении решения этой проблемы был выполнен ряд исследований отечественными и зарубежными исследователями.

Из работ В.В. Истоцкого известна конструкция сферической фрезы с

групповым расположением винтовых стружечных канавок, которая характеризуется сложностью изготовления и малым количеством зубьев. В работе С.В. Борисова предложен принцип определения винтовой линии на сфере пересечением поверхностей сферы и прямого архимедова геликоида, но окончательное уравнение винтовой линии для сферы не представлено.

Таким образом, тема диссертационной работы Сунгатова И.З. является актуальной.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность и новизна. Анализ диссертации и опубликованных по ее теме работ позволяет сделать заключение, что автор корректно выполнил анализ исследовательских, методологических и технических задач по повышению работоспособности сферических фрез с винтовыми стружечными канавками. При этом им использованы математические и компьютерные модели, положения теории винтовых поверхностей в проектировании режущих инструментов, теории проектирования металлорежущего инструмента, аналитической геометрии. При теоретических и экспериментальных исследованиях применялись современные программные пакеты, а также высокоточное технологическое и исследовательское оборудование.

Основные выводы и результаты работы представлены в заключении, носят конкретный характер, свидетельствуют о решении поставленных задач исследования и являются убедительными и обоснованными.

Диссертационная работа имеет 8 пунктов общих выводов.

1) Первый вывод отражает взаимосвязь профиля ШК с параметрами винтовой стружечной канавки. Образующая винтовой поверхности получена в результате пересечения сферы и цилиндра. Показана схема взаимного пересечения данных поверхностей и выведены математические зависимости винтовой линии на сфере. Этот вывод обоснован и не противоречит проведенным исследованиям других авторов. Вывод отражает первую научную новизну и первую поставленную задачу.

2) Второй вывод диссертационной работы связан с обеспечением заданного профиля винтовой стружечной канавки сферических фрез, которая достигается за счет взаимосвязи угла скрещивания ШК при взаимном положении инструмента и заготовки. Данный вывод отражает третью поставленную задачу.

3) Третий вывод показывает взаимосвязь профилирующего участка режущей кромки ШК и радиуса дна винтовой стружечной канавки сферической фрезы. Остаются не ясными рекомендации автора по радиусу режущей кромки ШК: на 0,1-0,2 мм меньше, чем радиус дна винтовой стружечной канавки сферической фрезы. Этот вывод отражает практическую значимость работы и отражает вторую научную новизну.

4) Четвертый вывод отражает современную форму практического использования результатов работы в виде компьютерной модели для сокращения сроков проектирования инструмента. Вывод отражает вторую, поставленную в работе задачу.

5) Пятый вывод показывает возможность обработки винтовой стружеч-

ной канавки сферической фрезы ШК. Остается не ясным рекомендация автора о параметре винта не более 0,5. Этот вывод отражает практическую значимость работы.

6) Шестой вывод отражает адекватность полученных теоретических закономерностей практическим испытаниям. Оценивалось соответствие заданного и фактического профилей винтовой стружечной канавки путем сопоставления. Вывод является обоснованным, новым и отражает четвертую поставленную в работе задачу.

7) Седьмой вывод отражает методику создания конструкции сферических фрез с винтовыми стружечными канавками и со сквозным осевым отверстием, исключая зону с нулевыми скоростями. Этот вывод отражает практическую значимость работы.

8) Восьмой вывод отражает практическую эффективность предложенной конструкции сферических фрез с винтовыми стружечными канавками в виде повышения периода стойкости инструмента.

3. Замечания по диссертации и автореферату

1) В общей характеристике работы автореферата диссертации отсутствует структурный элемент «степень разработанности темы исследования», что не соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления». Также в заключении не приведены рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы.

2) Отсутствуют критерии применимости данного способа проектирования сферических фрез, в том числе не указаны ограничивающие условия для использования математических моделей.

3) Первая практическая значимость не отражена в выводах.

4) Не в полной мере ясно, каким образом была получена система уравнений кругового проецирования винтовых линий на плоскость ШК (2.30).

5) В работе не даны разъяснения по параметру R_U , которым необходимо располагать для решения системы уравнений (2.50...2.52). Пределы изменения его численных значений, при которых выполнены расчеты, в работе также не приведены.

6) В 4 главе не указано, каким образом, и на каком оборудовании изготовленные сферические фрезы подвергли разрушающему контролю, при котором их разрезали перпендикулярно оси, что не позволяет оценить точность этой операции.

7) В тексте диссертации присутствуют стилистические ошибки и опечатки на страницах 40, 50, 55, 58. Рисунки 1.6, 1.7, 2.6 не полностью описаны в тексте диссертации. Рисунок 4.11. не имеет подписи оси ординат, что усложняет его понимание.

Заключение

Диссертация И.З. Сунгатова является актуальной, законченной, в значительной степени самостоятельной научно-квалификационной работой. Поставленные в работе задачи решены и цель достигнута: разработана конструкция сферической фрезы с винтовыми стружечными канавками, повышающая эф-

фективность обработки. Работоспособность конструкции подтверждена результатами собственных экспериментальных исследований, не противоречащих исследованиям предшественников.

Основные результаты исследований по теме диссертационной работы опубликованы в 19 научных работах, включающих 8 статей в изданиях, рекомендованных ВАК, патент РФ на полезную модель и свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ. Содержание автореферата адекватно отражает основные положения диссертации.

Полученные И.З. Сунгатовым математические зависимости параметров винтовой стружечной канавки сферической фрезы, производящего профиля ШК, взаимного расположения сферической фрезы и ШК при обработке являются научно-обоснованными техническими и технологическими решениями, внедрение которых вносит существенный вклад в развитие экономики страны.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Ильназа Зуфаровича Сунгатова отвечает требованиям пунктов 9 - 11 и 13 «Положения о присуждении ученых степеней», а соискатель заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки».

(Отзыв прилагается).

Председатель

Так хорошо, спасибо Николай Иванович. Пожалуйста, Ильназ Зуфарович, ответы на замечания.

Соискатель

С первым, третьим и седьмым замечаниями я полностью согласен, по поводу второго, четвертого и шестого замечаний хотелось бы сказать, что на данные вопросы есть исчерпывающие ответы в диссертации.

По пятому замечанию. Параметр R_U – это радиус ШК. Для обработки сферической фрезы диаметра 32 мм необходим был ШК диаметром 20 мм.

Председатель

Так все да, спасибо. Так вопросы есть еще? (нет) Кто хочет выступить? Профессор Леонид Викторович Худобин.

д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Стараюсь быть спокойным. Вот если сравнивать два отзыва, которые сейчас прозвучали, то совершенно понятно, что писали их специалисты в этой области. Причем второй отзыв, как мне представляется, очень близок к классическим требованиям, которые предъявляет ВАК, т.е. оппонент высказывает личное мнение по каждому пункту, которые он считает, сделал соискатель. Правильно, не правильно. Полно, не полно, и т.д. И избегает аннотирования, т.е. есть перечисления просто, которые есть в автореферате. Что соискатель

сделал то-то и то-то. Ну, сделал, а хорошо сделал, плохо сделал. Ни слова не говорит. Зато отрицательная часть отзыва первого оппонента, ох, как здорово написана. Логично конечно, если бы послушать этот отзыв и больше ничего не слышать, можно прийти, на мой взгляд, только к отрицательному решению по диссертации. Что будет совершенно не правильно, совершенно, так сказать, не адекватно к этой работе. Вот я теперь отвлекусь от этой дискуссии с оппонентами. Если это можно так назвать.

И перейду очень кратко к самой работе. Мне представляется, что работа очень интересная, имеются наработки в области инструментального производства и проектирования режущего инструмента и отличается в лучшую сторону. Чем отличается? Отличается тем, что здесь не только рассмотрен вопрос оптимизации геометрических параметров самого режущего инструмента, но и предложен способ получения этих параметров. Я не зря спрашивал, говорил, может быть и правильно, что в работе две части: одна часть конструкторская, свойственная к подавляющему большинству работ в области инструментального производства, где с помощью приемов аналитической геометрии рассматриваются вопросы формирования параметров режущего инструмента. Но здесь есть и вторая, технологическая часть, что в наибольшей степени отвечает специальности 05.02.07. Вот смотрите «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки». Что первое? «Технология». Вот у него есть эта самая технология, есть один из элементов технологической оснастки режущего инструмента. Все взаимосвязано, все очень и очень, по-моему, неплохо сделано. Ну, в пределах тех требований, которые предъявляются к содержанию и условиям к кандидатским диссертациям, не более того. Ну вот, вопрос о том, что технологическая часть конечно, ну так сказать на макроуровне что ли, представлена. Представлен профиль ШК, с помощью которого можно получать этот режущий инструмент. А остальная масса технологических вопросов, наверное, уже легко решаема, и уж в такой мощнейшей организации, как «КАМАЗ» и его Технологическом Центре может запросто быть решена. Может быть и правильно, что соискатель не уделил особого внимания чисто технологическим вопросам, оптимизации режимов, конструктивных параметров, технологической оснастки и т.д.

И последний вопрос, который я немного хочу затронуть. Это вопрос, который Владислав Николаевич Ковальногов поднял. Ну, так сказать наукометрический вопрос. Как представлен личный вклад соискателя в тех довольно многочисленных публикациях. Вот я посмотрел их, интересно посмотрите, первые публикации начинаются с 2008 года. Это молодежные всякого рода конференции, потом продолжается несколько работ выполненных еще в его студенческие времена и там есть с соавторами, в частности с Чемборисовым Н.А., которого я увы не знаю. А потом есть другая часть публикаций, начинающихся в 2012 году. 2012, 2015, 2016 годы с участием его научного руководителя Равиля Миргалимовича, который здесь выступал. И именно эти работы, как мне кажется, опубликованные в серьезных изданиях из перечня ВАК и вообще в авторитетных изданиях (без относительных ВАК), привели диссерта-

цию уважаемого соискателя к благополучному финалу. Поэтому я думаю, что с этой точки зрения, так сказать, все нормально. И я поддерживаю эту работу и буду голосовать «за».

Председатель

Спасибо Леонид Викторович. Кто еще у нас хочет выступить? Пожалуйста. Профессор Махмут Масхутович Ганиев.

д.т.н., профессор Ганиев М.М.

Добрый день, уважаемые коллеги еще раз! Я хотел бы несколько слов сказать. Эта работа выполнена, как Вы услышали, в стенах ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет». Да, работа началась еще 2008 году в стенах ГОУ ВПО «Камская государственная инженерно-экономическая академия», когда это была отдельная организация. И действительно работа делалась почти 10 лет. С перерывами, были вопросы, проблемы. Более того я работу очень хорошо знаю. Мне приходилось определенное участие даже принимать в данной работе, организационное. И, конечно, я считаю, что большая заслуга научного руководителя Равиля Миргалимовича, который сделал основные направляющие моменты в этой работе. И в целом, если говорить, здесь есть и самостоятельность нашего уважаемого соискателя. Есть и научная новизна. Практическая значимость несомненна, потому что она выполнялась в г. Набережные Челны, это город, где на сегодняшний день два автомобильных завода – это грузовые КАМАЗ, не говоря о совместных предприятиях Daimler и т.д. Естественно, это и очень большой завод – завод ФордСоллерс, который выпускает легковые автомобили. Он уже работает года три. Поэтому практическая значимость стоит во главе угла этой работы. И тут, наверное, как очень часто бывает, задачи как бы выдуманные немножко. Тут наоборот, соискатель решал конкретную задачу, которая есть на конкретном объекте производства. И достаточно востребовано, иначе данной работы не было бы, и КАМАЗ такую задачу не ставил бы. Поэтому я сам буду голосовать «за» и призываю Вас к тому же. Спасибо.

Председатель

Спасибо большое. Кто-нибудь есть еще желающие? Профессор Николай Васильевич Носов.

д.т.н., профессор Носов Н.В.

Ну что хотел сказать о работе. Сама постановка задачи интересная, правильная. А может быть даже и своевременная, потому что такие фрезы находят все большее и большее распространение в промышленности металлообработки. Но я вот не знаю, просто соискатель, каким-то образом ушел от фактического процесса фрезерования. Вот если бы он связал технологию проектирования таких фрез и профилирование этих винтовых стружечных канавок к самому процессу, тогда бы было бы понятней, что фактически очень много чего меняется

в процессе резания, особенно с такими сложными фрезами. Ну, во-первых, сама постановка, сколько я не пытался узнать. Ну а какой же, я посмотрел по всем материалам, какой же угол винтовой линии? И откуда взялся этот угол? Ну, судя потому, что меня не плохо учили, вот по инструменту у меня был преподаватель Геннадий Иванович Иванов. Вот, которого Петр Михайлович хорошо знает, он меня таскал очень много по винтовым поверхностям. И я понимаю, что наличие винтовых поверхностей улучшает систему резания. Это всегда так было. Поэтому, да мы можем сделать простые допустим канавки и винтовые, но придем к тому, что у нас углы резания будут неэффективными. Поэтому вот мы и должны сделать их эффективными, для этого и вводится винтовая поверхность и ее угол и углы альфа, гамма они зависят от этой винтовой линии. И вот только тогда можем понять, да винтовая линия должна быть такой. И профилировать соответственно с этим углом наклона винтовой линии. Ну отсюда понятно ошибки, я потому называю их просто ошибки методического характера. Ну, допустим скорость резания соискатель указывает там 50-60 м/сек. Ничего подобного. Скорость резания не может быть при фрезеровании такими фрезами 50-60 м/мин. Или я тогда совсем ничего не понимаю в резании. Вот, потому что она переменная, она от и до. Углы от и до. И те и другие, т.е. меняется вся картинка. Да она сложная, да, ее трудно учесть, но нужно очень четко стоять на этом. Что вот сделали стойкостные испытания, ну вот Вы показываете на 19 плакате. Как Вы износ измеряли? Если скорости резания различны и износ изменяется. Это большие хорошие стойкостные испытания. Ну не понятно, как Вы все это делаете? И вот это все вносит, какую-то неуверенность. Хотя я хочу сказать, что работа в любом случае интересная, инструментальщиков очень мало, направление очень сложное и поэтому я, конечно, поддерживаю эту работу.

Председатель

Так есть еще желающие. Профессор Пётр Михайлович Салов.

д.т.н., профессор Салов П.М.

Ну, во-первых, работа мне тоже нравится, особенно первая часть работы. Но что вот касается замечаний Гречишникова В.А. я полностью поддерживаю. Рисунок 1 и рисунок 2 сечения, в общем, не совсем точные. Он дальше, наверное, не смотрел, он посмотрел бы еще рисунок 7. И, конечно, формулы, которые написаны после рисунка 7 нуждаются в некотором уточнении. Тем более сам автор говорит, что «разработаны прикладная программа расчета параметров винтовой стружечной канавки, исходными данными для компьютерного моделирования являются параметры профиля ШК». Считается, что решается обратная задача. Дальше пишется, что «профиль ШК может быть задан в виде набора геометрических примитивов, точек, линий и дуг окружностей. При этом необходимо получить для каждого участка аналитические выражения и рассчитывать требуемые для решения задачи количество точек». Если мы возьмем данный ШК, который здесь нарисован. Как он работает? Это торец работает, а

периферия работает по центру, т.е. сечение не совсем точно выполнено. Так дальше, в отношении угла, γ равняется нулю, ну на рисунке 7 угол γ – отрицательный. Если мы вектор скорости проводим горизонтально, то все четко получается отрицательным. Отрицательный угол на всей поверхности, в общем, то это не совсем нормальное явление. Тем более режущая кромка еще должна иметь притупление. Маленькая фаска, иначе твердый сплав не работает, если не имеет притупления и режущая кромка выкрашивается. И дальше различные скорости резания, различные условия резания и характер износа. Ну, как я уже сказал, я буду голосовать за эту работу. А, в общем, работа поставила много новых задач. И надо в этом направлении двигаться, что автор и сделает, и я думаю, что будет очень большая практическая польза от этой работы.

д.т.н., профессор Табаков В.П.

Спасибо. Мы достаточно много говорили. Я хотел сам тоже выступить, Вы меня опередили. Я много говорить не собираюсь. Я, в общем, немного хотел бы поддержать соискателя. Николай Васильевич, конечно в принципе все правильно говорит. Но с другой стороны. Это все-таки твердый сплав. Твердый сплав как раз вот на низких скоростях резания работает плохо. Скорость 50-60 м/мин вполне нормальная скорость, она вполне реальная. Что касается износа. Да, действительно, из-за различных скоростей резания по режущей кромке износ разный конечно, и поэтому, я так понимаю, он брал среднюю величину. От минимума до максимума. Думаю, что здесь у него все в порядке. Мы как то с Леонидом Викторовичем Худобиным сидели и разговор вели такой, что у нас специальность называется «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки». Мы привыкли к работам больше технологическим, потому что они даже, наверное, интересней, потому что там есть процесс, там есть, что посмотреть, силу померить, температуру, характер износа. А вот чисто инструментальные работы, так же как и станочные, кстати говоря, они ограничиваются самим процессом проектирования и изготовлением в лучшем случае режущего инструмента. Наверное, достаточно редкие работы инструментальные, которые выходили бы на процесс резания. Здесь не так уж плохо, здесь есть такая попытка. Он изготовил инструмент, исследовал процесс резания данным инструментом, показал, что сферическая фреза работает и обеспечивает более высокую стойкость режущего инструмента. Это, конечно, плюс. Естественно, нам бы хотелось услышать готовые рекомендации, как работать, на каких материалах, какие режимы резания. Это достаточно сложная работа, наверное, если соискатель будет заниматься, то в дальнейшем наверняка он все эти вопросы решит. Что касается самой работы, мы ее слушали на нашем семинаре, все компоненты, которые необходимы для кандидатских диссертаций в работе, в общем, присутствуют. Да, иногда может он неуверенно отвечал на вопросы, но, тем не менее, я считаю, что работа вполне нормальная и я ее тоже поддерживаю, и буду голосовать «за».

Мы, наверное, на сегодня закончим? (да). Слово предоставляется Вам соискатель для заключения.

Соискателю предоставляется заключительное слово.

Соискатель

Спасибо, уважаемому совету за предоставленную возможность здесь стоять перед Вами. Хотел бы выразить огромную благодарность моему научному руководителю и директору Набережночелнинского института за всестороннюю поддержку. Оппоненту, который приехал издалека и оценил работу в таком масштабе. Спасибо всем огромное. Спасибо.

Председатель

Так хорошо. Значит переходим к голосованию. Нужно избрать счетную комиссию. Предлагается такой состав: Унянин А.Н., Горшков Б.М. и Дьяконов А.А. Есть ли возражения? (нет) Начинаем голосование. Спасибо.

Председатель

Прошу счетную комиссию приступить к работе. Для голосования сделаем технический перерыв.

(Счетная комиссия организует тайное голосование.)

Председатель

Так все на месте у нас, да? Так продолжим. Слово предоставляется председателю счетной комиссии Унянину А.Н. Пожалуйста.

д.т.н., профессор Унянин А.Н.

Протокол №3 заседания счетной комиссии, избранной нашим диссертационным советом. Комиссия избрана для подсчета голосов по диссертационной работе Сунгатова Ильназа Зуфаровича на соискание ученой степени кандидата технических наук. Состав диссертационного совета, напоминаю, 20 человек, присутствовало на заседании 17 членов совета, в том числе докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации 9, роздано бюллетеней 17, осталось не розданных бюллетеней 3, оказалось в урне 17. Результаты голосования по вопросу о присуждения ученой степени кандидата технических наук Сунгатову Ильназу Зуфаровичу. За – 17, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Оглашается протокол счетной комиссии.
(Протокол счетной комиссии прилагается).

Кто за? (Все).

Кто против? (Нет).

Кто воздержался? (Нет).

Протокол счетной комиссии утвержден единогласно.

Председатель

Так, прошу проголосовать (единогласно). Спасибо. Таким образом, на основании тайного голосования, за – 17, против – нет, недействительных бюллетеней – нет, объединенный диссертационный совет Д999.003.02 на базе ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» и ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет» признает, что диссертация Сунгатова Ильназа Зуфаровича содержит решение задачи повышения работоспособности сферических фрез с винтовыми стружечными канавками, имеющей существенное значение для технологии механической обработки. В соответствии с требованиями, предъявляемыми к кандидатским диссертациям Положением о присуждении ученых степеней, объединенный диссертационный совет Д999.003.02 на базе ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» и ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет» присуждает Сунгатову Ильназу Зуфаровичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.02.07 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки».

У нас остался последний вопрос. У Вас на руках есть заключение по диссертации. Давайте посмотрим. Ваши предложения и замечания.

(Обсуждения проекта).

Председатель

Еще есть замечания? (Нет). Тогда, если всё, прошу Вас проголосовать за принятие заключения в целом с учетом редакционных замечаний.

Кто за? (Все).

Кто против? (Нет).

Кто воздержался? (Нет).

Принимаем единогласно.

Заключение объявляется соискателю.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОБЪЕДИНЕННОГО ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
Д999.003.02 НА БАЗЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ульяновский государственный технический университет» и федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тольяттинский государственный университет» по

диссертации
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 10.06.2016 № 20

О присуждении Сунгатову Ильназу Зуфаровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение работоспособности сферических фрез с винтовыми стружечными канавками» по специальности 05.02.07 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки» (технические науки) принята к защите 01.04.2016, протокол № 15, объединенным диссертационным советом Д999.003.02 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения (ФГБОУ) высшего образования (ВО) «Ульяновский государственный технический университет» Министерства образования и науки Российской Федерации 432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, д. 32 и ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации, 445667, Самарская область, г. Тольятти, ул. Белорусская, д. 14, приказ о создании объединенного диссертационного совета № 123/нк от 17 февраля 2015 года.

Соискатель Сунгатов Ильназ Зуфарович, 1984 года рождения. В 2006 году соискатель окончил ГОУ ВПО «Камская государственная инженерно-экономическая академия», присуждена квалификация инженер. В 2009 году окончил очную аспирантуру ГОУ ВПО «Камская государственная инженерно-экономическая академия». В 2015 году окончил ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», присуждена квалификация магистр; работает преподавателем в Инженерно-экономическом колледже при Набережночелнинском институте (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения (ФГАОУ) высшего образования (ВО) «Казанский (Приволжский) федеральный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» Набережночелнинского института (филиал) ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель:

Хисамутдинов Равиль Миргалимович, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» Набережночелнинского института (филиал) ФГАОУ ВО «Казанский

(Приволжский) федеральный университет».

Официальные оппоненты:

Шаламов Виктор Георгиевич, д.т.н., профессор, профессор кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет);

Фомин Анатолий Анатольевич, к.т.н., доцент, доцент кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова», г. Ижевск, в своем положительном заключении, подписанном Осетровым Владимиром Григорьевичем, д.т.н., профессором, профессором кафедры «Конструкторско-технологическая подготовка машиностроительных производств» и утвержденном Якимовичем Борисом Анатольевичем, д.т.н., профессором, ректором ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова» указала, что диссертация представляет собой законченную научно-исследовательскую работу и соответствует специальности 05.02.07 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки». Диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, как к научно-квалификационной работе, а ее автор, И.З. Сунгатов, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки».

Соискатель имеет 19 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 19 работ, из них 8 в изданиях из перечня ВАК, получен патент РФ на полезную модель и свидетельство РФ о государственной регистрации программ для ЭВМ. Общий объем работ по теме диссертации составляет 4,62 п.л., из них авторский вклад соискателя составляет 2,57 п.л. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Чемборисов, Н.А. Математические зависимости торцового сечения сферической бор-фрезы / Н.А. Чемборисов, И.З. Сунгатов // СТИН. – 2009. – № 8. – С. 23 – 24.

2. Чемборисов, Н.А. Математическая модель формообразующей части сферической бор-фрезы / Н.А. Чемборисов, И.З. Сунгатов // Металлообработка. – 2009. – № 5(53). – С. 6 – 9.

3. Чемборисов, Н.А. Математическое описание винтовой линии на сфере – сообщение первое / Н.А. Чемборисов, И.З. Сунгатов // СТИН. – 2010. – № 1. – С. 36 – 40.

4. Чемборисов, Н.А. Математическое описание винтовой линии на сфере – сообщение второе / Н.А. Чемборисов, И.З. Сунгатов // СТИН. – 2010. – № 2. – С. 25 – 29.

5. Чемборисов, Н.А. Определение зоны контакта при обработке фасонной сферической фрезы дисковым инструментом / Н.А. Чемборисов, Р.М. Хисамутдинов, И.З. Сунгатов // СТИН. – 2012. – № 9. – С. 34 – 35.

6. Симонова, Л.А. Имитационное моделирование формообразования специального дискового инструмента на этапе технологической подготовки производства на примере сферической фрезы / Л.А. Симонова, Р.М. Хисамутдинов, И.З. Сунгатов // КШП-ОМД. – 2015. – № 3. – С. 30 – 33.

7. Симонова, Л.А. Автоматизированная подсистема формообразования специального дискового инструмента фрезы / Л.А. Симонова, Р.М. Хисамутдинов, И.З. Сунгатов // Металлообработка. – 2015. – № 6(90). – С. 60 – 65.

8. Хисамутдинов, Р.М. Расчет параметров винтовой стружечной канавки на сфере / Р.М. Хисамутдинов, И.З. Сунгатов // СТИН. – 2016. – № 2. – С. 19 – 21.

9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2010612411, Российская Федерация. Расчет конструктивных параметров винтовой стружечной канавки и координат точек профиля винтовой поверхности (FSF v. 0.1) / Н.А. Чемборисов, И.З. Сунгатов (RU); Правообладатели: Н.А. Чемборисов, И.З. Сунгатов (RU) – № 2010610758; заявл. 17.02.2010; зарегистр. 06.04.2010.

10. Патент РФ № 90000. Борфреза со сферическим торцом со сквозным осевым отверстием / Н.А. Чемборисов, И.З. Сунгатов – № 2009125388/22; заявл. 02.07.09; опубл. 27.12.09 Бюл. № 36. – 3 с.

На диссертацию и автореферат поступили 18 отзывов. Все отзывы положительные:

Ведущая организация

ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова». Отзыв подписан д.т.н., профессором кафедры «Конструкторско-технологическая подготовка машиностроительных производств» Осетровым В.Г. и утвержден ректором ФГБОУ ВО ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, д.т.н., профессором Якимовичем Б.А. Замечания: 1) К сожалению, задача профилирования стружечных канавок при сложном пространственном движении инструмента второго порядка не рассмотрена как задача огибания семейства производящих поверхностей (т.е. как пространственная задача), что, возможно, дало бы ряд упрощений, а сведена к плоской задаче огибания профилей, спроецированных на общую осевую плоскость; 2) Следовало бы, на наш взгляд, в более явном (возможно, количественном) виде отразить «повышение работоспособности сферических фрез с винтовыми стружечными канавками» (название работы).

Официальный оппонент 1

ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет». Отзыв подписан д.т.н., профессором кафедры «Технология машиностроения» Шаламовым В.Г. Замечания: 1) Диссертационная работа связана с формообразованием ВП на сфере. Проведенный же анализ (1 раздел) относится, в основном (24 с. из 26 с.), только к рассмотрению общих вопросов ВП (прямо не относя-

щиеся к ВП на сфере). В то же время, сферические фрезы с ВП выпускаются даже по ГОСТ 18 944-73 (см. таблицу 3.1), причём с постоянным углом наклона ВП. Поэтому по работе достаточно сложно понять уровень и сущность разработок автора; 2) Вызывает сомнение рекомендация автора (3-ий общий вывод) по ограничению параметра винта (p) ВП величиной 0,5. Данная рекомендация в работе не обоснована. Учитывая, что $p=R/td\omega$, неясно почему при $R=0$, $\omega=31,82$ (таблица 3.1); 3) На рис. 3.1 представлен алгоритм компьютерного моделирования, предусматривающий коррекцию параметров установки при наличии отклонений параметров образующей (профиль ВП) от заданных. Разработана математическая модель для контроля отклонений (п. 2.4). Каким образом осуществляется корректировка, какие параметры установки для этого используются?; 4) Как можно использовать профилометр 296 для измерения шероховатости по двум координатам, если протяжённость передних и задних поверхностей не более 6 мм? В каком направлении осуществлялся контроль?; 5) В диссертационной работе достаточно много неверной трактовки и/или использования терминов и понятий. Например: «сложная» поверхность (с. 4). Этому понятию нет критерия и в условиях различных производств по различным причинам «сложной» может оказаться любая поверхность. Более уместно использовать термин «фасонная» поверхность, который имеет определение; целью... работы является... на основе математического моделирования процесса обработки (с. 5). Любой процесс обработки сопровождается многочисленными явлениями, характеризующиеся некоторыми параметрами. Поэтому для моделирования процесса обработки необходимо иметь весь набор математических моделей рассматриваемых параметров, которые в совокупности определяют имитационную модель процесса обработки. В рассматриваемой работе процесс «обработки» ВП не рассматривается (в отношении возникающих сил, температур, вибраций, качества обработанной поверхности и т.п.). Рассматриваются и моделируются некоторые параметры профилирования ВП на сфере; научная новизна: метод определения... (с. 5). Метод имеет практическую, но не научную ценность. Научную ценность представляют закономерности, явления и т.п., закладываемые в основу метода. В данной работе определённую научную ценность представляет использование семейства винтовых линий, а не сечений метода совмещённых сечений; зуб ... состоит из задней и передней поверхностей (с. 30); координаты центра окружности определяются как произведение углов наклона; в процессе среза обрабатываемого материала (с. 90) и т.п.

Официальный оппонент 2

ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых». Отзыв подписан к.т.н., доцентом кафедры «Технология машиностроения» Фоминым А.А. Замечания: 1) В общей характеристике работы автореферата диссертации отсутствует структурный элемент «степень разработанности темы», что не соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления». Также в заключении не приведены рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы; 2) Отсутствуют

критерии применимости данного способа проектирования сферических фрез, в том числе не указаны ограничивающие условия для использования математических моделей; 3) Первая практическая значимость не отражена в выводах; 4) Не в полной мере ясно, каким образом была получена система уравнения кругового проецирования винтовых линий на плоскость ШК (2.30); 5) В работе не даны разъяснения по параметра R_i , которым необходимо располагать для решения системы уравнений (2.50...2.52). Пределы изменения его численных значений, при которых выполнены расчеты, в работе также не приведены; 6) В 4 главе не указано, каким образом и на каком оборудовании изготовленные сферические фрезы подвергли разрушающему контролю, при котором их разрезали перпендикулярно оси, что не позволяет оценить точность этой операции; 7) В тексте диссертации присутствуют стилистические ошибки и опечатки на страницах 40, 50, 55, 58. Рисунки 1.6, 1.7, 2.6 не полностью описаны в тексте диссертации. Рисунок 4.11 не имеет подписи ординат, что усложняет его понимание.

1. ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет». Отзыв подписан д.т.н., доцентом, заведующим кафедрой «Металлорежущие станки и инструменты» Хандожко А.В. Замечания: 1) В обзоре следовало бы упомянуть работы профессора Протасьева В.Б. и Истоцкого В.В., которые непосредственно занимаются схожей задачей и имеют большое число публикаций на эту тему и опыт практического использования научных разработок; 2) Поскольку формообразование происходит в условиях подреза, желательно было бы больше внимания уделить вопросу установки ШК относительно детали (заготовки); 3) Кажется не совсем удачным название работы – основное ее содержание связано с вопросами изготовления инструментов, заявленная проблема повышения работоспособности фрез отражена в автореферате крайне лаконично.

2. Набережночелнинский филиал ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ». Отзыв подписан к.т.н., старшим преподавателем кафедры «Конструирование и технологии машиностроительных производств» Емельяновым Д.В.; к.т.н., доцентом, заведующим кафедрой «Конструирование и технологии машиностроительных производств» Савиным И.А. Замечания: 1) На странице 4 указан программный продукт КОМПАС-3D V12. В то время как более новой и современной является КОМПАС-3D V16; 2) Из автореферата не ясно, из какого материала изготовлена сферическая фреза и чем обусловлен выбор обрабатываемого материала (Сплав ВТ5Л, Сталь 20Х13, Сталь 5ХНМ); 3) Так же не ясно как меняются значения переднего угла по длине режущей кромки.

3. ФГБОУ ВПО «Омский государственный технический университет». Отзыв подписан д.т.н., профессором, заведующим кафедрой «Металлорежущие станки и инструменты» Поповым А.Ю.; к.т.н., доцентом кафедры «Металлорежущие станки и инструменты» Реченко Д.С. Замечания: 1) Автореферат написан с большим количеством грамматических ошибок; 2) Полученный нами автореферат имеет вид чернового варианта, содержит комментарии и отметки, сделанные карандашом, что является неуважением автора к коллегам; 3) Ис-

пользуемый в работе сплав ВК8 имеет диапазон размеров карбидов от 1 до 8 мкм. На наш взгляд для инструмента такого типа было бы более целесообразно использовать мелкозернистый сплав.

4. ОАО Ремдизель. Отзыв подписан к.т.н., первым заместителем генерального директора Аюкиным З.А. Замечания: 1) На страницах 14 и 15 рисунки совершенно не видны. На будущее рекомендуется автореферат печатать в цвете; 2) Имеются орфографические ошибки.

5. ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.». Отзыв подписан д.т.н., профессором кафедры «Автоматизация, управление, мехатроника» Игнатъевым А.А.; д.т.н., профессором, ведущим специалистом НПФ «Градиент-с» при СГТУ имени Гагарина Ю.А. Погораздовым В.В. Замечания: 1) Утверждение (с. 3), что профиль винтовой поверхности ни в одном из сечений не соответствует профилю образующей ШК ошибочно для случая эвольвентного червяка, образуемого коническим или дисковым ШК; 2) Критична фраза (с. 3) «является винтовая поверхность на сфере». Следует помнить, что сфера (как понятие) является оболочкой или границей шара, поэтому трудно себе представить некую винтовую поверхность (трехмерный объект) на этой границе-оболочке. Кроме того следовало бы с большей формальностью и осторожностью классифицировать рассматриваемую поверхность стружечной канавки фрезы как винтовую; 3) На с. 12 в представлении содержания третьей главы диссертации говорится о какой то «винтовой стружечной канавки ШК», который показан на с.13 в виде 3-д модели как дисковый с составным профилем осевого сечения без какой-либо винтовой канавки в нем; 4) Представляя первую главу диссертации в автореферате, автор слишком ограничил существующую базу знаний по винтовому формообразованию, сославшись по своему усмотрению на ряд вполне достойных авторов, не упомянув работы (кроме Н. Щеголькова, С. Илюхина и Н. Чемборисова), в которых в полной мере использованы вычислительные и графические возможности современных ЭВМ и программных сред (список известных работ и авторов более чем обширен); 5) В автореферате не показано, какой фактор (точность профилирования, качество прикромочных поверхностей фрезы или отверстие для подвода жидкости в зону резания) повысил стойкость инструмента на весьма малозаметную для практики величину в 17%.

6. ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет». Отзыв подписан д.т.н., профессором, заведующим кафедрой «Технология машиностроения» Братаном С.М.; к.т.н., доцентом кафедры «Технология машиностроения» Богуцким В.Б. Замечания: 1) В качестве цели работы автором ставится «повышение работоспособности сферических фрез...» (стр. 3) в то же время в «ЗАКЛЮЧЕНИИ» (стр. 16) дается оценка стойкости инструмента «стойкость экспериментальных сферических фрез выше на 17-23%» что ни одно и тоже; 2) В автореферате не приведены приделы варьирования режимов резания при которых проводилась оценка стойкостных характеристик экспериментальных сферических фрез, что затрудняет оценить корректность полученных результатов повышения стойкости; 3) Из автореферата не ясно, каким спо-

собом на поверхности абразивного инструмента формировался радиус R_c который «необходимо править радиусом на 0,1-0,2 мм меньше, чем радиус дна винтовой стружечной канавки...» (стр. 16) и как это реализовать для предлагаемой конструкции фрезы с $r_k = 0,2$ мм; 4) Из автореферата не ясно, с какой целью выходные данные из разработанной программы вводились в управляющую программу станка с ЧПУ, если в тексте сказано «... в ручном режиме была изготовлена сферическая фреза» (стр. 14).

7. ФГБОУ ВО «Тюменский государственный нефтегазовый университет». Отзыв подписан заслуженным работником высшей школы РФ, д.т.н., профессором, заведующим кафедрой «Станки и инструменты» Артамоновым Е.В. Замечания: 1) Как влияет угол наклона стружечных канавок на работоспособность инструмента и шероховатость обработанной поверхности?; 2) Из автореферата не ясно из какого инструментального материала изготовлена фреза и на каких режимах проводились экспериментальные исследования?; 3) К замечаниям следует отнести плохо читаемые рисунки 10а и 13.

8. ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет». Отзыв подписан заслуженным деятелем науки и техники РФ, д.т.н., профессором кафедры «Технология машиностроения» Ямниковым А.С. Замечания: На с. 6 автореферата трижды неправильно вставлено слово «градус» после слов: 1) r_k – радиус дна винтовой стружечной канавки, *градус*; (здесь д.б. *мм*); 2) окружной шаг, *градус*; (здесь д.б. *рад*); 3) угол профиля канавки, *градус*; (здесь д.б. *рад*).

9. ФГБОУ ВПО «Тюменский индустриальный университет». Отзыв подписан к.т.н., доцентом, исполняющим обязанности заведующего кафедрой «Технология машиностроения» Некрасовым Р.Ю.; д.т.н., профессором кафедры «Станки и инструменты» Утешевым М.Х. Замечаний нет.

10. ФГБОУ ВПО «Ковровская государственная технологическая академия имени В.А. Дегтярева». Отзыв подписан д.т.н., профессором, заведующим кафедрой «Технологии машиностроения» Житниковым Ю.З. Замечания: 1) В автореферате не сформулированы случаи возникновения погрешностей за счет математического моделирования сферических фрез и способы их устранения; 2) Не приведена точность изготовления сферических фрез по сравнению с требуемыми значениями, которые так же не приведены в автореферате.

11. ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.». Отзыв подписан д.т.н., профессором кафедры «Проектирование технических и технологических комплексов» Янкиным И.Н. Замечания: 1) При эксплуатации концевых фрез важное значение приобретает свойство их виброустойчивости, что достигается рациональным проектированием числа и формы режущих лезвий, обеспечивающих непрерывный контакт фрезы с обрабатываемым материалом, что не отражено в автореферате.

12. ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.». Отзыв подписан д.т.н., профессором кафедры «Технология машиностроения» Давиденко О.Ю. Замечания: 1) Проводились ли стендовые испытания изготовленных сферических фрез?; 2) Было ли внедрение результатов исследования. Что может это подтвердить?; 3) Не показан расчет

технико-экономической эффективности использования в реальном производстве полученных в работе результатов.

13. ФГБОУ ВО ФГБОУ ВПО Московский государственный технологический университет «СТАНКИН». Отзыв подписан д.т.н., профессором, заведующим кафедрой «Инструментальная техника и технология формообразования» Гречишниковым В.А. Замечания: 1) Не совсем понятны рисунки 2 и 3. В каких сечениях они располагаются; 2) Не убедительно обоснован выбор обрабатываемых материалов в эксперименте.

14. ФГБОУ ВПО «Донской государственный технический университет». Отзыв подписан д.т.н., профессором, заведующим кафедрой «Инструментальное производство» Рыжкиным А.А.; к.т.н. доцентом кафедры «Инструментальное производство» Алиевым М.М. Замечания: 1) Не ясно, в какой мере результаты работы могут быть распространены на такие процессы лезвийной обработки, которым органически присуща тепловая и деформационная динамичность, в частности, использованы для решения задач управления и оптимизации режимов при фрезеровании труднообрабатываемых материалов; 2) Не исследованы методы управления процессом лезвийной обработки труднообрабатываемых материалов, в частности, жаропрочных сплавов на никелевой основе, в условиях нестационарного резания. Учитывая, что повышение технико-экономических показателей процессов обработки деталей сложных форм из высокопрочных материалов пониженной обрабатываемости на станках с ЧПУ и мехатронных станочных системах является неотъемлемой проблемой современного машиностроительного производства; 3) Не исследованы влияние на высоту микронеровностей, процессов в зоне резания с учетом влияния фактора переменности элементов режима резания (текущих значений и тенденция направленного изменения) и фактора изменения конфигурации контактной зоны и свойств взаимодействующих поверхностных слоев материалов контактирующих тел, обусловленного необратимым ростом величины износа лезвия инструмента.

15. ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет». Отзыв подписан д.т.н., профессором кафедры «Инструментальные и метрологические системы» Ушаковым М.В. Замечания: 1) Если решены задачи, то почему что-то надо модернизировать, разработать и т.д. (стр. 3); 2) Непонятна фраза (стр. 5, с.22 снизу) «Существуют 4 основные профили винтовой стружечной канавки»; 3) Что такое «... конструкцией одинакового-расположения винтовых стружечных канавок...»; 4) Стр. 7 с.1 термин «рассмотрим» - кто будет рассматривать?; 5) Перед формулами (24, 26) отсутствует пояснение типа «условие, определится по зависимости и т.п.»; 6) Непонятно, что такое «... диапазон дальнейших расчетов...» (стр. 11, с.14 сверху);

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью, научным и практическим опытом в области исследования по теме диссертации, подтверждаемыми публикациями по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях, а также способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная идея формообразования винтовых стружечных канавок ШК с учетом межосевого расстояния, угла скрещивания, угла наклона и угла поворота ШК вокруг собственной оси при взаимном положении инструмента и заготовки;

предложен нетрадиционный подход при определении направляющей винтовой поверхности, как следа пересечения сферы и цилиндра;

доказана перспективность использования результатов диссертационной работы при обработке сферическими фрезами с винтовыми стружечными канавками различных поверхностей в промышленных условиях;

введен новый рабочий термин «одинаковое расположение винтовых стружечных канавок», определяющий новую конструкцию сферических фрез с винтовыми стружечными канавками.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана адекватность методики определения профиля ШК для обработки винтовых стружечных канавок на сферической фрезе;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих научной новизной результатов) **использованы** современные методы исследования, базирующиеся на основных положениях теории винтовых поверхностей в проектировании режущих инструментов и аналитической геометрии;

изложены основные математические закономерности изменения параметров винтовой стружечной канавки сферической фрезы в зависимости от параметров профиля ШК;

раскрыто влияние конструктивных особенностей сферической фрезы на стойкость инструмента и шероховатость обработанной поверхности;

изучены связи параметров профиля ШК и винтовой стружечной канавки сферической фрезы.

проведена модернизация конструкции сферической фрезы, путем формообразования винтовых стружечных канавок и сквозного осевого отверстия.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработано и внедрено в учебный процесс кафедры «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» Набережно-челнинского института (филиал) ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» программное обеспечение расчета конструктивных параметров сферической фрезы с винтовыми стружечными канавками. В производственных условиях ПАО «КАМАЗ» подтверждена адекватность алгоритмов, математических и компьютерных моделей при изготовлении опытной партии, путем сопоставления профилей винтовой стружечной канавки изготовленных сферических фрез с результатами компьютерного моделирования, обеспечивающих повышение работоспособности сферических фрез с винтовыми стружечными канавками;

определены перспективы практического использования предложенных математических и компьютерных моделей, а так же программного обеспечения расчета конструктивных параметров сферической фрезы с винтовыми стружечными канавками;

создана конструкция сферической фрезы с винтовыми стружечными канавками, исключая зону с нулевыми скоростями и подтвержденная патентом РФ на полезную модель;

представлены методические рекомендации по использованию численных методов решения разработанных математических моделей, а так же новый способ формообразования сферических фрез с винтовыми стружечными канавками, подтвержденный свидетельством о регистрации программ для ЭВМ.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ использовали современное оборудование и программное обеспечение;

теория построена на известных, проверяемых данных, характеризующих эффективность применения фрез с винтовыми канавками, приводимых в работе других исследователей в области повышения работоспособности инструмента.

идея базируется на обобщении и анализе передового опыта проектирования режущего инструмента с винтовыми стружечными канавками и опыта его применения на машиностроительных предприятиях;

использованы сравнения авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике в таких областях как: теория винтовых поверхностей в проектировании режущих инструментов, теория проектирования металлорежущих инструментов, аналитическая геометрия, а также сравнения с практическим опытом решения поставленных задач;

установлено качественное и количественное соответствие результатов выполненного исследования с аналогичными, представленными в научной литературе;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, программные пакеты КОМПАС-3D V12, Mathcad 14.

Личный вклад соискателя состоит в его непосредственном участии на всех этапах выполнения исследования, включая проведение теоретических исследований, разработку математических моделей, алгоритмов и программного обеспечения, модернизацию конструкции сферической фрезы, получение, обработку и интерпретацию результатов экспериментальных исследований; апробацию результатов исследования на межрегиональных, международных и всероссийских конференциях; подготовку публикаций по выполненной работе.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием основной идейной линии, взаимосвязью поставленных задач и совокупностью полученных результатов.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты.

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г., № 842, с изменениями и дополнениями и представляет собой научно-квалификационную работу, в которой содержится решение задачи повышения работоспособности сферических фрез с винтовыми стружечными канавками, имеющей существенное значение для развития технологии механической обработки.

На заседании 10.06.2016 диссертационный совет принял решение присудить Сунгатову Ильназу Зуфаровичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (технические науки).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 9 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 17, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Защита окончена. Есть ли замечания по процедуре защиты? (Нет).

Поздравляю соискателя с успешной защитой.

Благодарю членов совета и всех участников за работу.

Заседание объявляется закрытым.

Председатель
диссертационного совета
д.т.н., профессор



В.П. Табаков

Ученый секретарь
диссертационного совета
д.т.н., доцент

Н.И. Веткасов