

ЗАСЕДАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д999.003.02

Повестка дня

**ЗАЩИТА ДИССЕРТАЦИИ Гусевым Денисом Витальевичем
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ
НАУК**

**«ПОВЫШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ИЗГОТАВЛИВАЕМЫХ
ИЗДЕЛИЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ БЫСТРОГО
ПРОТОТИПИРОВАНИЯ»**

Специальность:

05.02.08 – Технология машиностроения

Официальные оппоненты:

Кузнецов Владимир Анатольевич – д.т.н., профессор
ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет», кафедра
«Оборудование и технологии сварочного производства»;

Митин Сергей Геннадьевич – д.т.н., доцент
ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет им.
Гагарина Ю.А.», кафедра «Автоматизация, управление, мехатроника».

Ведущая организация:

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический
университет» (УГАТУ), г. Уфа

ЗАСЕДАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д999.003.02

29 марта 2019 г.

На заседании присутствовали члены Совета:

1	Табаков В.П.	Д.т.н., профессор	05.02.07 – технические науки
2	Бобровский Н.М.	Д.т.н., профессор	05.02.08 – технические науки
3	Веткасов Н.И.	Д.т.н., доцент	05.02.07 – технические науки
4	Булыжев Е.М.	Д.т.н., доцент	05.02.08 – технические науки
5	Денисенко А.Ф.	Д.т.н., профессор	05.02.07 – технические науки
6	Драчев О.И.	Д.т.н., профессор	05.02.07 – технические науки
7	Дьяконов А. А.	Д.т.н., доцент	05.02.08 – технические науки
8	Захаров О.В.	Д.т.н., доцент	05.02.07 – технические науки
9	Зибров П.Ф.	Д.т.н., профессор	05.02.08 – технические науки
10	Кирилин Ю.В.	Д.т.н., доцент	05.02.07 – технические науки
11	Киселев Е.В.	Д.т.н., профессор	05.02.08 – технические науки
12	Клячкин В.Н.	Д.т.н., профессор	05.02.07 – технические науки
13	Ковальногов В.Н.	Д.т.н.	05.02.07 – технические науки
14	Носов Н.В.	Д.т.н., профессор	05.02.08 – технические науки
15	Полянсков Ю.В.	Д.т.н., профессор	05.02.08 – технические науки
16	Салов П.М.	Д.т.н., профессор	05.02.08 – технические науки
17	Унянин А.Н.	Д.т.н., доцент	05.02.07 – технические науки
18	Худобин Л.В.	Д.т.н., профессор	05.02.08 – технические науки

Председатель диссертационного совета
д.т.н., профессор

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



В.П. Табаков

Н.И. Веткасов

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Внимание, пожалуйста! Начинаем заседание нашего совета. Повестка дня: защита диссертации Гусевым Денисом Витальевичем на соискание ученой степени кандидата технических наук. Тема: «Повышение показателей качества изготавливаемых изделий при использовании технологии быстрого прототипирования». Специальность 05.02.08 – Технология машиностроения.

Официальные оппоненты: Кузнецов Владимир Анатольевич, д.т.н., профессор кафедры «Оборудование и технологии сварочного производства» Московского политехнического университета; Митин Сергей Геннадьевич, д.т.н., доцент, профессор кафедры «Автоматизация, управление, мехатроника» Саратовского государственного технического университета. Ведущая организация – Уфимский государственный авиационный технический университет.

На заседании нашего совета из 20 членов присутствуют 18. Необходимый кворум у нас имеется. О повестке дня рассказал. Если нет никаких вопросов, то утверждаем? Единогласно.

По специальности защищаемой диссертации 05.02.08 – «Технология машиностроения» на заседании присутствуют 9 докторов наук, т.е. наше заседание правомочно.

И объявляется защита диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук Гусевым Денисом Витальевичем по теме «Повышение показателей качества изготавливаемых изделий при использовании метода технологии прототипирования». Работа выполнена в Российском университете транспорта МИИТ. Научный руководитель – д.т.н., профессор Куликов Михаил Юрьевич.

Официальные оппоненты Кузнецов Владимир Анатольевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Оборудование и технологии сварочного производства» Московского политехнического университета. Он на заседании не присутствует, соответствующие документы в совет представлены. Митин Сергей Геннадьевич, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Автоматизация, управление, мехатроника» Саратовского государственного технического университета им. Гагарина Ю.А. Профессор Митин С.Г. присутствует. Письма-согласия на оппонирование данной работы были своевременно получены. Ведущая организация – Уфимский государственный авиационный технический университет.

Слово предоставляется ученому секретарю совета Николаю Ивановичу Веткасову для оглашения документов из личного дела соискателя.

Ученый секретарь – д.т.н., доцент Веткасов Н.И.

Уважаемые коллеги. В диссертационный совет поступили документы Гусева Дениса Витальевича. Все документы в полном порядке. Поступили

такие документы, как личный листок по учету кадров, копия заявления на котором имеется виза председателя совета, приложение к диплому, справка о том, что Гусев Денис Витальевич учился и закончил аспирантуру. Поступил в 2013 г., окончил 2016 г. Представлен список опубликованных и приравненных научных работ, который включает 12 наименований. Имеется удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов. Экзамены сданы: по иностранному языку – «хорошо», история и философия науки – «удовлетворительно», и по специальности с оценкой - «хорошо». Имеется заключение федерального государственного бюджетного образовательного учреждения «Российский университет транспорта (МИИТ)», который рекомендует диссертацию Гусева Дениса Витальевича для представления в диссертационный совет. Имеется отзыв официального оппонента Кузнецова Владимира Анатольевича, который оформлен в полном соответствии с требованиями. Также имеется официальный отзыв официального оппонента Митина Сергей Геннадьевича. На автореферат поступили 13 отзывов, а также поступил отзыв от ведущей организации. Имеется список рассылки автореферата, которая была произведена вовремя. Имеется подтверждение согласия Уфимского государственного авиационного технического университета, на выступление в качестве ведущей организации по диссертационной работе. В ней приведены сведения о ведущей организации, указаны публикации, которые близки по теме диссертации соискателя. Весь комплект документов в полном порядке. Это свидетельствует о том, что соискатель может быть допущен к защите диссертации.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Вопросы есть к Николаю Ивановичу или к Гусеву? Нет, спасибо. Так Денис Витальевич, значит Вам, пожалуйста, слово для изложения материала в пределах 20 минут.

Соискатель, Гусев Д.В.

Здравствуйтесь, уважаемые члены диссертационного совета, хотел бы сразу извиниться за то, что не очень хорошо видно слайды, а также хотел бы Вам доложить диссертационную работу на тему: «Повышение показателей качества изготавливаемых изделий при использовании технологии быстрого прототипирования». На сегодняшний день для изготовления изделий, характеризующихся 5-6 квалитетом, все больше применяют перспективные методы технологии быстрого прототипирования. С помощью данной технологии можно получить изделия практически любой сложности и конфигурации, поэтому эти технологии нашли широкое применение в авиационной, космической, а также в атомной промышленности. Наиболее распространенными методами, которые используются в машиностроительной отрасли являются: метод стереолитографии, метод FDM и метод 3SP. Проведя литературный анализ, нами было установлено, что применение аддитивных

технологий перспективно для изготовления изделий. В работах Шишковского И.В., Зленко М.А., Грабченко А.И. и других было отмечено существенное повышение показателей качества при использовании технологий быстрого прототипирования. Однако в отечественной и зарубежной литературе отсутствуют сведения о возможности управления показателями качества при изготовлении изделий технологии быстрого прототипирования. Проведя литературный анализ, нами была поставлена цель, а также задачи для достижения данной цели. Разрешите их не зачитывать они есть в раздаточном материале. Также при решении поставленных задач нами была сформулирована научная новизна, которая также есть в раздаточном материале, разрешите ее не зачитывать. Объектом нашего исследования стал метод 3SP технологии быстрого прототипирования. Данный метод был разработан американской фирмой TexasInstruments и используется на установках немецкой фирмы EnvisionТес. Суть этого метода состоит в том, что через контактное окно на рабочую поверхность установки проецируются растровые маски. После чего лазерный нож проходит по этим растровым маскам и происходит засветка слоя за слоем и так до окончания процесса изготовления. После каждого прохода стол опускается на регулируемую толщину слоя, которая варьируется от 25 до 100 мкм и так слой за слоем до окончания процесса изготовления. После изготовления изделие помещают в специальную камеру под ультрафиолетовое излучение, где под действием ультрафиолета происходит полная полимеризация слоев в монолит. На данном слайде Вы видите пример изготовления на установке ULTRA 3. С правой стороны Вы видите готовое изделие, полученное на данной установке. Для проведения экспериментальных исследований нами были выбраны пластины, которые изготавливались партиями. Каждая партия отличалась друг от друга углом выращивания, который варьировался от 0° до 12° с шагом в 2°. Все пластины были изготовлены из разных материалов: из высокотемпературного фотополимера НТМ-140, из ударопрочного пластика ABS-flex, а также полимера E-glass. На слайде показаны схемы выращивания пластин и базирования данных пластин в виртуальной камере построения. Для измерения использовали высокоточную прецизионную координатно-измерительную машину Metris LK V. При осуществлении измерений мы столкнулись с проблемой. Так как пластинки были очень легкие, то щуп из синтетического рубина постоянно их сдвигал, что приводило к погрешностям измерения. Для решения данной проблемы нами было сконструировано и изготовлено специальное приспособление из высокопрочного дюралюминиевого сплава Д16Т. В данное приспособление монтировалось сразу по 3 пластины, между которыми размещались кубики из того же материала, чтобы щуп из синтетического рубина мог беспрепятственно производить измерения. На слайде перед Вами проиллюстрирована схема

измерений. Рисунок «а» - это измерение отклонение плоскостности и параллельности поверхности 3 и 4. На рисунке «б» приведены схемы измерения отклонения плоскостности и параллельности поверхности 1 и 2. По полученным результатам нами были построены графические зависимости отклонений точностных характеристик от угла выращивания. Проанализировав данные графики, пришли к выводу, что показатели точностных характеристик при варьировании углом выращивания изделия от 0° до 8° заметно улучшаются. Можно сделать вывод, что при выращивании изделия при угле 0° толщина наращиваемого слоя больше, чем при угле 8° . Не до конца заподимеризованные слои сдвигают друг друга, при выращивании изделия от 8° до 12° происходит ухудшение показателей точностных характеристик. Это можно объяснить тем, что при углах свыше 8° негативное воздействие оказывает сила тяжести на точность изделия. Следующим шагом исследований стало измерение отклонения от цилиндричности и круглости. Для данного исследования нами были спроектированы тела вращения типа втулки, которые представлены перед Вами на слайде. Данное изделие выращивали уже с рекомендованным углом выращивания, а именно 8° . Т.е., ось вращения втулки располагалась под углом 82° к рабочему столу установки. Тогда угол между торцевой поверхностью изделия и столом получался 8° . По результатам, полученным с помощью координатно-измерительной машины, были построены круглограммы. На слайде показана круглограмма для изделий, выращенных при толщине слоя 25 мкм и при толщине слоя 100 мкм. Проанализировав данные круглограммы пришли к выводу, что толщина слоя, при которой отклонения от цилиндричности и от круглости минимальны, является 25 мкм. Следующим шагом наших исследований стало измерение шероховатости. Для данного исследования мы использовали портативный профилометр TR 110. В качестве образцов использовали пластины, но для данного исследования пластины были выращены комплексным путем т.е. выращивали их под разными углами, варьируя от 0° до 12° , а также толщиной слоя от 25 до 100 мкм. Все пластины были выращены из разных материалов. Проанализировав графические зависимости сделали вывод, что при парном взаимодействии технологических параметров происходит заметное улучшение шероховатости. Наилучшим углом выращивания является 8° , а толщиной слоя соответственно 25 мкм. Следующим шагом было измерение шаговых параметров шероховатости. Для данного исследования использовали сканирующий зондовый микроскоп SolverPro, который работает в режиме атомно-силовой микроскопии. Принцип работы атомно-силовой микроскопии лежит в силовом взаимодействии между специальными датчиками, которые называются кантелеверы, и измеряемой поверхностью. Регистрируя изгиб данных датчиков получил реальные трехмерные картины поверхности исследуемых образцов. Проанализировав

полученные данные, был сформулирован механизм формирования шероховатости на поверхности изделия. Эксперименты проводили на установке ULtRA 3, одним из основных рабочих элементов которой является лазерный нож, который через контактное окно проецирует растровые маски. В процессе разделения поверхностей между тефлоновой пленкой, которой обтянуто контактное окно, и жидким фотополимером формируется поверхностный слой будущего изделия. В процессе разделения поверхностей изделие повторяет полностью рельеф тефлоновой пленки, что негативно сказывается на шероховатости. Также по трехмерным изображениям профиля поверхностей были сделаны выводы, что и шаговые параметры шероховатости улучшаются от 0° до 8° . Это происходит из-за того, что не до конца отвердевшие слои сдвигают друг друга, а свыше 12° негативное воздействие оказывает сила тяжести, которая тоже сдвигает слои. По всем полученным данным, а также с помощью статистической обработки, была получена регрессионная модель формирования шероховатости от технологических параметров процесса прототипирования. В данной модели присутствует, как угол выращивания, так и шаг рабочей платформы. Был разработан алгоритм и программа «Расчет ожидаемых параметров точности изделий, получаемых по технологии быстрого прототипирования». Данная программа была написана на языке C++ и работает под управлением Windows. Программа позволяет рассчитать ожидаемые параметры точности, также проанализировать профилограммы расчетной и ожидаемой шероховатости. В программе реализована возможность получения справки по основным используемым терминам технологии быстрого прототипирования. Программа прошла успешные испытания, на что получен акт. После чего программа была зарегистрирована. На нее было получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Испытания проходили на «Научно-производственном объединении измерительно техники», г. Королев. Программа использовалась для изготовления датчиков термопар. Датчик состоит из 2 полукорпусов. Нами был разработан комплекс практических рекомендаций для обеспечения параметров качества изделий, который успешно внедрен на «НПО ИТ», г. Королев, и используется в данный момент тоже для изготовления датчиков термопар. Вам представлен чертеж данных корпусов датчиков. Датчики состоят из двух полукорпусов. При одном процессе прототипирования получают 12 полностью готовых к сборке датчиков, которые не требуют никакой механической обработке, кроме, как удаления поддерживающих конструкций, на которых они выращивались. Доклад окончен спасибо за внимание.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Так вопросы пожалуйста. Вопросы. Профессор Носов Николай Васильевич. Пожалуйста.

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

Вот, Вы ничего не сказали про производительность и себестоимость процесса. С чем сравнивали?

Соискатель

По себестоимости нами не проводились никаких исследований, однако если сравнивать себестоимость изготовления по традиционной технологии, то себестоимость чуть дороже.

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

Это не ответ.

Соискатель

Я не могу здесь привести никаких цифр. Могу сказать, что здесь выигрываем во времени изготовления и технологической подготовки производства, никакой не требуется т.е. мы получаем машину, получаем программу.

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

Как раньше эти изделия получались, по каким технологиям? Штамповкой?

Соискатель

Да, все верно, штамповкой.

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

Горячей объемной штамповкой, правильно? Значит штучное время какое при горячей объемной штамповке и вашей технологии, соизмеримо или нет?

Соискатель

Нет, конечно.

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

Вы сказали, что у Вас производительность больше? Я сомневаюсь. Производительность при штамповке значит меньше? Наоборот, больше при штамповке намного порядков.

Соискатель

Мы быстрее получаем почти готовые датчики, т.е. корпуса датчиков без какой-либо обработки, уже полностью готовых к сборке.

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

Пока нет доказуемой базы. Все достаточно. Второй вопрос можно, да?

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Да, конечно.

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

И так шероховатость поверхности. Вы много сказали, так ведь? В каком направлении исследовалась шероховатость в продольном или поперечном, или в таком и таком?

Соискатель

В поперечном.

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

А как вы определили, где поперечное и где продольное направление?

Соискатель

Мы начинали измерять от минимального. У нас же пластины растут под углом, т.е. есть точка максимум и точка минимум. И начиная от точки минимума до точки максимума.

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

А вообще на практике, как считают? Вот — «эта» шероховатость продольная, а вот — «эта» поперечная, как на практике посчитать?

Д.т.н., профессор Салов П.М.

Как работает деталь Ваша?

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

Нет, никак работает деталь. Как на практике? Ну, большее значение шероховатости поперечное или продольное, вот так если? Какое?

Соискатель

Для нашего случая?

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

Для вашего случая и вообще для всех случаев. Я думаю, что ваш случай никак от другого не отличается. Какая больше шероховатость: поперечная или продольная?

Соискатель

Честно говоря, затрудняюсь ответить.

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

Ну поперечная, поэтому Вы и останавливаетесь на поперечной. Ну, а о продольной надо было сказать что-нибудь. Вы везде показываете, что Вы исследуете изделие. Что Вы тогда под изделием понимаете? Что Вы понимаете под изделием?

Соискатель

В данном случае мы исследовали формы. Цилиндр и параллелепипед.

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

Это изделие? Изделие в нашем понимании состоит из каких-то деталей.

Соискатель

Отдельные детали. Только отдельные детали.

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

То есть Вы исследовали детали? Не изделия? Ну, все тогда понятно. Теперь следующий вопрос. Температура процесса какая?

Соискатель

Вы имеете ввиду при прототипировании?

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

Да.

Соискатель

80 С°.

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

Сколько?

Соискатель

80 С°. Ванная с фотополимером, подогреваемая. Разработчик данного принтера ставит очень строгие термоконстантные условия при работе принтера.

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

А теперь вот Вы сказали о трехмерных поверхностях.

Соискатель

Да на слайде есть. Переключить?

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

Нет. Не надо, зачем? Что значит трехмерное изображение профиля поверхности? Вот объясните, мне не совсем понятно. Трехмерные изображения профиля поверхности, я правильно сказал?

Соискатель

Да, все правильно. Это 3D-картина, полученная с помощью атомно-силовой микроскопии.

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

Что значит профиль поверхности? Трехмерное изображение поверхности, я понимаю.

Соискатель

Мы с помощью измерения получаем облако точек, которое нужно еще обработать в специальной программе. Поэтому облаку точек строится профиль исследуемого образца.

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

Профиль или поверхности?

Соискатель

Поверхности.

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

А профиль — это что? Что вы понимаете под профилем? Профиль — это сечение.

Соискатель

Это сечение.

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

Ну, а какое сечение в трехмерной поверхности?

Соискатель

А здесь именно поверхность строится.

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

Значит профиль здесь исключается?

Соискатель

Значит, я оговорился.

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

Вот Вы тут написали, что снизили шероховатость в 1,5-2 раза, да?

Соискатель

Да.

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

За счет чего?

Соискатель

За счет наших технологических рекомендаций, за счет угла выращивания и толщины слоя.

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

И еще последний вопрос, можно? Короткий вопрос. Вот Вы тут сказали, что применили оптимальную схему базирования.

Соискатель

Нет, я такого не говорил.

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

Вы не говорили, а в ваших документах это есть. В акте производственных испытаний: «Выбрана оптимальная схема базирования». Вот я хочу уточнить, что это за схема такая? И как ее выбирать?

Соискатель

В принципе, это тоже компьютерное размещение изделия. По сути это подготовка перед прототипированием, т.е., как разместить изделие? Где? под каким углом? Опять же даже с какой толщиной выращивать. В принципе это и есть базирование.

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

То, что Вы говорите это не базирование.

Соискатель

Секунду, мы же строим изделие не просто на столе. Мы строим на специальных поддерживающих конструкциях. Они как бы выступают установочной базой перед изготовлением. Они держат деталь, предотвращая смещение. Это, в принципе, и есть схема базирования.

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

Тут Вы, как-то уклончиво отвечаете.

Соискатель

Она не совсем традиционная.

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

Поэтому у Вас и нету схемы. И о схеме базирования нет смысла и говорить.

Соискатель

Согласен.

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

То есть Вы говорите, как устанавливать, но схемы базирования я никакой не вижу. Все, спасибо.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Так еще вопросы. Евгений Степанович Киселев, пожалуйста.

Д.т.н., профессор Киселев Е.С.

Буквально два вопроса. Ваши исследования все посвящены шероховатости и параметрам точности изготавливаемой детали. А не могли бы Вы сказать, чем вызван интерес к этим параметрам? Может быть у Вас в диссертации есть какие-нибудь корпусные детали, где очень жесткие допуски по плоскостности, по параллельности то, что Вы исследовали по круглости. Понимаете, Вы вот исследуете шероховатость 10 мкм по Rz. Это очень грубая шероховатость. Есть ли необходимость в этих исследованиях? Я вот не могу понять, надо было чертежи какие-то исходные. Вы берете вырезаете какие-то образцы, которые совершенно к корпусным деталям могут и не иметь отношения.

Соискатель

Когда мы начинали только заниматься аддитивными технологиями на производстве, у нас были очень жесткие рамки по изделиям. Изделия относились к аэрокосмической отрасли, там очень жесткие рамки по шероховатости.

Д.т.н., профессор Киселев Е.С.

Но это не для корпусов датчиков, вот то, что Вы говорите очень жесткие рамки это не для корпусов датчиков. Там параллельность $\pm 0,5$ мм, ничего страшного.

Соискатель

Мы предложили использовать наш метод, опять же нашу схему и наши практические рекомендации на другом предприятии. Там попробовали. Все понравилось. Отказались от горячей штамповки, плюс мы выигрываем во времени изготовления и шероховатости. Данное исследование не для датчиков, не для корпусов, а совсем для другого. Это уже следствие нашей проделанной работы.

Д.т.н., профессор Киселев Е.С.

Я так и не понял для чего исследовать всесторонне шероховатость и точность там пластин, круглость, если у изделий, которые изготавливают этим методом таких жестких допуском, по-видимому, нет и быть не может. Там в пределах 14 качества точности, все размеры по точности, ну шероховатость там, наверное, Бог знает какая. Зачем эти все исследования, делать что-то ради того, чтобы показать, что проведены эти исследования? Где они используются? Где они нужны?

Соискатель

Для изготовления макетов аэродинамической отработки.

Д.т.н., профессор Киселев Е.С.

Вы могли бы привести конкретные изделия?

Соискатель

Я не могу привести конкретные изделия.

Д.т.н., профессор Киселев Е.С.

Ну, а как так? Как мы Вам можем поверить, что это нужно, если Вы не можете привести.

Соискатель

Закрытое предприятие, просто не дадут.

Д.т.н., профессор Киселев Е.С.

Ну, как не дадут? Вы знаете, мы тоже работаем с закрытыми предприятиями и не надо только говорить, что не могу и все. А, как мы можем Вам поверить? Зачем и в каких пределах, тем более для таких материалов.

Соискатель

Дело в том, что, если бы я привез какие-нибудь примеры со своего предприятия защита была бы ДСП.

Д.т.н., профессор Киселев Е.С.

Ну сделали бы ДСП тоже ничего страшного нет. Что ДСП — это не защита, что ли?

Соискатель

Согласен с Вами полностью.

Д.т.н., профессор Киселев Е.С.

Нет, я так и не понял, чем вызвана необходимость исследовать столь тщательно параметры точности модельных образцов, не имеющих отношения к конкретным деталям и шероховатость. Вот этого я не могу понять.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Нет ответа?

Д.т.н., профессор Салов П.М.

Можно я?

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Пётр Михайлович Салов, пожалуйста.

Д.т.н., профессор Салов П.М.

У меня тогда такой вопрос. Вы в целях и задачах работы говорите только о шероховатости, а в общем то касались и макрогеометрии, правда волнистости Вы не касались, так почему же Вы не указали в целях что изучали макрогеометрию.

Соискатель

Когда ставились цели и задачи исследования речи не было о макрогеометрии.

Д.т.н., профессор Салов П.М.

Цель надо было подправлять по работе. И еще такой момент, слайд 12 откройте, пожалуйста. Здесь, где Ra. Странная формула записана. Ra равняется и так далее и так далее. Странная запись, Вы не находите?

Соискатель

Вы про верхнюю формулу? Про эту?

Д.т.н., профессор Салов П.М.

Нет. Самая нижняя формула.

Соискатель

А это уже именно регрессионная модель полученная. После статистической обработки.

Д.т.н., профессор Салов П.М.

Почему модель не упростить?

Соискатель

Хороший вопрос. Это было упущение. Это уже конечная формула регрессионной модели. Мы так и оставили ее.

Д.т.н., профессор Салов П.М.

Нет вопросов.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Еще вопросы. Олег Владимирович Захаров, пожалуйста.

Д.т.н., доцент Захаров О.В.

Скажите, пожалуйста, почему не была предпринята попытка аналитического описания шероховатости. Мне кажется, что здесь как бы она достаточно очевидна связана по крайней мере с толщиной слоя.

Соискатель

Наша работа полностью практическая, т.е. теории и аналитики там по минимуму. Мы сделали все исследовательски.

Д.т.н., доцент Захаров О.В.

Второй вопрос. Входе экспериментальных исследований установлено, что имеется некий оптимум. Т.е. там, где минимальное значение шероховатости и погрешности формы. При этом у Вас получены регрессионные зависимости, т.е. они аналитически описаны. Так может быть можно было построить модель оптимизации по регрессионной зависимости. Не исследовали такое?

Соискатель

Такого исследования не было. Не ставилась задач аналитически подойти к описанию шероховатости.

Д.т.н., доцент Захаров О.В.

Спасибо.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

У меня есть вопрос. Откройте слайд 8. Эти кривые и на других графиках есть точка, которую можно назвать экстремумом. Чем это объясняется?

Соискатель

Я, вроде, уже говорил. Это графики зависимости отклонения точностных характеристик от угла выращивания, а точка δ , как Вы называете экстремумом - это оптимальная точка, при которой показатели точностных характеристик минимальны.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Я спрашиваю, почему получился так график. Чем это вызвано, сначала снижается, а затем повышается.

Соискатель

Снижение связано с тем, что толщина наращиваемого слоя становится меньше, при этом засветка лазерным ножом происходит полностью всего слоя, чем при углах 0° и 12° .

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

А больше 12° ?

Соискатель

А больше негативное воздействие оказывает сила тяжести, которая сдвигает слои.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

А Вы это экспериментально наблюдали? Скажу тогда так, когда слой становится слишком тяжелым у Вас есть возможность увидеть эти сдвиги? Вы видели эти сдвиги?

Соискатель

Нет, мы только экспериментально можем их определить и измерить.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Одно дело экспериментально посмотреть, а другое пощупать. Если такой процесс идет он, наверное, чисто внешне наблюдается.

Соискатель

Все построение происходит в камере выращивания, которая герметична. Там вакуум.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Процесс как идет? Вот наращиваешь слой при угле 8° так, да? Вытаскиваете его?

Соискатель

Нет.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

А как Вы тогда шероховатость измеряете?

Соискатель

После полного цикла прототипирования мы снимаем готовое изделие и исследуем его. Нельзя на половине процесса остановиться.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Тогда я ничего не понимаю. Вот Вы показали Ваше изделие, которое стоит на какой-то подставке, которая выполняет роль базы. Вот в этом положении этот образец, и стоит. И на него происходит последовательное осаждение, правильно?

Соискатель

Да.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Вот я его сделал, вытащил и померил. Потом поставил угол вот такой или такой. Вот я и спрашиваю, почему же при больших углах, как Вы говорите, что это связано с силой тяжести, и это действительно так. И там наверняка должны быть чисто внешние проявления, наблюдаться сдвиги. Как их можно не заметить?

Соискатель

Чисто визуально при угле 12° не видно сдвигов. Но мы предполагаем если наращивать дальше, при больших углах, то естественно будет видно. Т.е. при угле от 8° до 12° при измерении уже видно, что точностные характеристики и шероховатость ухудшаются и проводить дальнейшие исследование было не целесообразно.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Я бы хотел, чтобы это было не просто заключение, а, чтобы это было видно. Ну может быть. Скажите, пожалуйста, вот там на слайде у Вас три материала, они чем-то отличаются друг от друга? Почему именно эти три материала? Чем они по смыслу отличаются друг от друга или достаточно близки они друг к другу?

Соискатель

Ну, во-первых, на слайде в раздаточном материале есть их физико-механические свойства. А во-вторых допустим НТМ-140 – это высокотемпературный термопласт. Данный материал выдерживает температуру до 230 C° без размягчения и потери формы. Материал ABS-flex – это ударопрочный термопласт.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

А другие материалы здесь можно использовать?

Соискатель

Нет. На данной установке используются только эти три материала.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Вот Евгений Степанович Киселев задавал вопрос по поводу шероховатости. Я так понял при прототипировании свыше 10° и дальше будет еще только хуже. А вот толщина слоя почему ограничена в таком диапазоне?

Соискатель

Я, наверное, не сказал, что наши изделия были выращены тоже партиями. Втулки. И партии отличались друг от друга только толщиной слоя, которая варьировалась от 25 до 100 мкм с шагом в 25 мкм. Если мы сделаем толщину слоя более 100 мкм, то лазер, который засвечивает, он просто не будет полимеризовать слой.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

А нижняя граница?

Соискатель

А нижняя граница – это уже установки принтера. Т.е. ниже 25 мкм нельзя.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Это рекомендация производителя?

Соискатель

Это даже не рекомендация, а жесткая установка принтера.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Так, пожалуйста, вопросы. Профессор Зибров Пётр Федорович.

Д.т.н., профессор Зибров П.Ф.

Здесь я, как человек связанный с математикой, страница 16 в автореферате, формула 7. Вот смотрите, у Вас в числителе стоит $e^{0,13}$ хорошо, $a^{0,04}$, в знаменателе $a^{0,013}$, из $a^{0,04}$ вычитаем $a^{0,013}$, получаем $a^{0,027}$. Сократили. Там сокращается. Берем теперь z . В числителе $z^{0,03}$, в знаменателе $z^{0,013}$, вычитаем, получается $z^{0,017}$. Зачем такая сложность в знаменателе?

Соискатель

Уже был вопрос по поводу почему не сократить. Мы оставили, как есть конечную модель.

Д.т.н., профессор Зибров П.Ф.

Нет, нет. Не торопитесь я посмотрел в замечаниях. Этого не кто не заметил. Суть состоит в том, что первая формула, которая у Вас там вверху написана, она есть как раз эта же нижняя формула. Только Вы добавили, не понятно зачем знаменатель. Я еще раз говорю, там просто сокращается и остается верхнее выражение. Если Вы провели какие-то статистические исследования, и на основании этих статистических исследований получили вот эти вот коэффициент 0,027 и так далее, так бы и записали. Эта формула она ни о чем не говорит. И тогда можно еще один вопрос? Вот Вы говорили о способе измерения микронеровности специальным щупом и так далее. В автореферате на странице 14 написано гистограмма (рисунок 9). Это не гистограмма – это профилограмма. Потому, что гистограмма – это совсем другая вещь. Откройте вот этот рисуночек. Потому, что гистограмма – это специально построенная вещь, когда берется величина, делится на площадь основания и называется гистограмма. А это у Вас снятая профилометром – это великолепно. Вот такой тогда вопрос меня интересует, а есть ли устройства, которые определяют ширину вот этих микронеровностей? Можно ли сделать

с помощью вот этих вот измерительных устройств? Автоматически чтобы замерялась ширина на определенных сечениях. Т.е. мы берем сечение 0,1 высоты и пишем — ширина микронеровностей, 0,2 высоты, пишем — ширина микронеровностей и так далее. Вот это можно сделать чисто автоматически?

Соискатель

Ну, в принципе это и есть сечения.

Д.т.н., профессор Зибров П.Ф.

Можно, да? Великолепно.

Д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Зондовый микроскоп.

Д.т.н., профессор Зибров П.Ф.

Зондовый микроскоп. Это ведет к совершенно интересным дальнейшим рассуждениям определения не R_a , которая также является комплексной характеристикой, а вероятность наполнения шероховатого слоя материалом. Все. Вопросы значит я сказал – вы говорите можно сделать. А вот с математической формулой, надо было сократить.

Соискатель

Я про формулу могу тоже объяснить.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Ничего объяснять не надо. Так вопросы, пожалуйста. Клячкин Владимир Николаевич, пожалуйста.

Д.т.н., профессор Клячкин В.Н.

Откройте формулу регрессии, пожалуйста. По ней уже задавали несколько вопросов. Еще кое-что. Первый вопрос, который я хотел бы задать, в какой программе вы обрабатывали? Откуда коэффициенты найдены?

Соискатель

Вы имеете в виду вот это?

Д.т.н., профессор Клячкин В.Н.

Да.

Соискатель

Это по Адлеру и Хамханову.

Д.т.н., профессор Клячкин В.Н.

Еще раз?

Соискатель

По Адлеру и Хамханову обрабатывалось. Это не в программе, это вручную был расчет.

Д.т.н., профессор Клячкин В.Н.

А зачем? Слушайте, в электронных таблицах все прекрасно обрабатывается, которые стоят на любом компьютере. А вопрос еще был вот в связи с чем. Ведь любая программа, которая обрабатывает инверсии выдает

еще детерминистические качества модели. Хорошая это модель или плохая, значима она или не значима. Какая-нибудь детерминация проводилась?

Соискатель

Если Вы имеете ввиду проверки по каким-либо коэффициентам, то мы провели проверку по Фишеру. Модель адекватна.

Д.т.н., профессор Клячкин В.Н.

Речь идет о качестве модели.

Соискатель

Про качество модели ничего такого в работе нет.

Д.т.н., профессор Клячкин В.Н.

Дело в том, что кроме того замечания которое предыдущий товарищ сделал Вам по этой формуле, у Вас еще и ошибки в матрице планирования эксперимента в автореферате, здесь правда Вы ее не привели. У Вас же целая глава про регрессию, да? На сколько я помню, т.е., грубо говоря, это 25% всей вашей диссертации, а по слайдам это один слайд. Как-то он очень мельком проскочил. А самый то первый вопрос был вот какой. Вы в предыдущих исследованиях везде показываете, что шероховатость зависит, существенно зависит от материала. А в формуле материал не учтен. Тогда это для какого-то конкретного материала.

Соискатель

Я не говорил, что очень влияет материал. Такого не было.

Д.т.н., профессор Клячкин В.Н.

Как же так? У Вас же там рисунки, графики построены.

Соискатель

Графики построены от угла выращивания и от толщины слоя. Только вязкость материала влияет.

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

Ну, а где она тут?

Соискатель

Это был не полный факторный эксперимент.

Д.т.н., профессор Клячкин В.Н.

В автореферате рисунок 8 тут четко разделено по материалам: ABS-flex, E-glass, НТМ-140, а здесь для чего? Для какого материала?

Соискатель

Для НТМ-140.

Д.т.н., профессор Клячкин В.Н.

Ну вот это ни где, никак не оговорено. Совершенно не понятно.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Так еще вопросы, пожалуйста Леонид Викторович Худобин.

Д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Денис Витальевич, я попроще вопрос Вам постараюсь задать. Скажите, пожалуйста, вот в название вашей диссертации фигурирует быстрое прототипирование. Если есть быстрое, то есть и медленное. Чем они различаются? Что значит быстрое прототипирование?

Соискатель

Это перевод с английского языка от слова Rapid Prototyping. В переводе быстрое прототипирование. Это просто английское название, переведенное на русский язык.

Д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Быстрое, медленное это конкретно бытовые, а с инженерной точки зрения, что значит быстрое прототипирование.

Соискатель

Ну я думаю, что быстрое имеется ввиду быстрое получение макета, либо изделия для отработки.

Д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Ну быстрое – это сравнительно с чем?

Соискатель

С традиционной технологией.

Д.т.н., профессор Худобин Л.В.

С какой традиционной технологией? С механической обработкой?

Соискатель

С механической обработкой.

Д.т.н., профессор Худобин Л.В.

О, как. У меня еще один вопрос. Скажите, Денис Витальевич, вот квинтэссенция Вашей работы, на сколько я понимаю – это предложение формировать заготовку слоями толщиной 15 мкм последовательно, при наклонном положении ее будущей выращиваемой заготовки. Так ведь, да? И Вы экспериментировали в пределах от 0° до 12° этот угол, да? Скажите, пожалуйста, как вот этот угол, собственно, может влиять на шероховатость?

Соискатель

Как мы в последствие сформулировали с помощью зондового микроскопа сам угол влияет только на точностные характеристики, сама шероховатость – это влияние тефлоновой пленки, которой обтянуто контактное стекло.

Д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Вот наконец-то Вы правильно отвечаете. Это значит, что шероховатость совершенно определяется самим компьютером, так ведь, да? Не на выходе из компьютера, не под действием там лазерных лучей и всего прочего, а в самой конструкции компьютера, правильно?

Соискатель

Не компьютером, а самой конструкцией принтера. Установки.

Д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Ну, принтера, так ведь, да?

Соискатель

Ну, так.

Д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Значит искать какие-то связи между углом наклона заготовки и шероховатость не приходится. Угол не может влиять на шероховатость, да?

Соискатель

Наверное, да.

Д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Еще последний вопрос. Для того, чтобы реализовать Ваше предложение, нужно сделать поддерживающую конструкцию. Т.е. приспособление, которое будет реализовывать этот самый угол. Угол между платформой горизонтальной и основанием заготовки, да чтобы ее поддерживать, так ведь, да?

Соискатель

Все правильно, да.

Д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Эти поддерживающие конструкции изготавливаются из того же материала что и сама деталь, да? Потом их надо удалить? Как это делается?

Соискатель

Эти конструкции они внутри полые, соты. Они удаляются либо механически обычным гравером, либо можно вручную.

Д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Или?

Соискатель

Вручную. Они просто отламываются.

Д.т.н., профессор Худобин Л.В.

А ведь тогда на поверхности готового изделия останутся следы?

Соискатель

Все правильно, но для поддерживающих конструкций выбираются менее ответственные поверхности изделия.

Д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Они не касаются изделия?

Соискатель

Нет, менее ответственные поверхности.

Д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Ладно. Все.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Есть еще вопросы? Николай Иванович, пожалуйста.

Ученый секретарь – д.т.н., доцент Веткасов Н.И.

Скажите, пожалуйста, делали ли Вы какие-либо расчеты поддерживающих конструкций? И как же Вы обламываете их руками, раз они такие прочные?

Соискатель

Да, мы обламываем, но, когда при выращивании поддерживающие конструкции довольно таки прочные так, как находятся в среде фотополимера и они удерживают изделие. Ни каких расчетов мы не делали.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Так, все Николай Иванович? Так на этом заканчиваем. Так есть предложение продолжать работу или сделать технический перерыв, как? (Продолжаем работу). Все, хорошо. Садитесь, пожалуйста. Слово предоставляется научному руководителю работы доктору технических наук, профессору Куликову Михаилу Юрьевичу, пожалуйста.

Д.т.н., профессор Куликов М.Ю.

Значит, как сказал Николай Иванович по библиографической справке Денис Витальевич Гусев закончил у нас в 2013 г. институт по специальности «Технология машиностроения». И потом поступил в аспирантуру. Но здесь я еще хотел сказать вот что, заканчивал он по очно-заочной системе так, как мы на тот момент являлись профильным ВУЗом. Относились к железной дороге, назвались Московский государственный университет путей сообщения. Значит у нас была такая форма обучения. Ребята-студенты два дня работают и два дня учились. Эта система обучения называлась «СУР» - совмещение учебы и работы 2/2. Режим был такой по 12 часов они должны были работать и потом по 6 пар учились два дня учились. Т.е. система очень жесткая. В этих жестких условиях Денис у нас не просто закончил институт, а закончил его с отличием. Т.е. параллельно работая, в метрополитене на должности электромеханика. После этого поступил в аспирантуру и так совпало, что перешел на работу в организацию, где начали заниматься аддитивными технологиями. Причем на тот момент, я еще раз напоминаю это 2013 г., даже не было такого названия аддитивные технологии было быстрое прототипирование и у нас были сомнения стоит ли браться за работу. Как правило новая тема она подразумевает большие вопросы, что здесь в общем то и свидетельствует, когда ему предыдущие 40 минут задавали вопросы. Но тем не менее он сказал, что будет заниматься только этим делом и, как говорится, за это время довел работу, я считаю, до логического конца. За это время он показал, я скажу дежурными фразами, добросовестным, дисциплинированным работником, который, в общем то, может ставить и самое главное решать поставленные задачи. Я считаю, что он достоин быть остепенным научным работником. И мне бы еще хотелось сказать по теме исследования потому, что аддитивные технологии сейчас все больше и больше развиваются. Причем развиваются достаточно быстрыми темпами с большой рекламной шумихой, которая мешает ее

внедрению, но тем не менее она находит свое место и при изготовлении машиностроительных изделий. Не случайно ведущие наши отрасли РОСАТОМ, РОСКОСМОС, оборонка, она сейчас заводит очень мощные структуры, которые занимаются этими аддитивными технологиями. Дело вот в чем, да дело новое. В общем-то идет вопрос о применении этих технологий, извини за тавтологию, в технологии машиностроения. Очень много вопросов возникает, и Вы это доказали, глядя на то множество вопросов, которое задавали. Но все дело вот в чем, идет развитие этих технологий. Оно будет развиваться дальше. Так вот задача нас, специалистов по технологии машиностроения в том, чтобы эти аддитивные технологии максимально полезно, максимально производительно использовать именно для изготовления машиностроительных изделий, а здесь можно это сделать только, опираясь на тот потенциал, который такое научное направление, как технология машиностроения накопил до сегодняшнего дня. Еще хочу сказать вот здесь говорили, что та шероховатость, которая достигается тот уровень точности, который достигается в этих исследованиях он в общем-то достаточно простой, если смотреть с точки зрения традиционных технологий. Но дело в том, что у нас не стояла задача сделать менее шероховатую поверхность и более точную. Мы хотели с точки зрения технологии машиностроения посмотреть, что мы можем сделать? Чем мы можем, какими параметрами управлять при использовании этих технологий в машиностроении? И соответственно, то, что он наработал - это будет, наверно, применено на практике. Это будет самое главное учтено разработчиками этой аппаратуры этой технологии, которые в общем-то сейчас здесь работают. А работают очень много фирм, очень много направлений. У нас в России, по моему, около сотни.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Все?

Д.т.н., профессор Куликов М.Ю.

Да, у меня все. Спасибо.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Слово предоставляется ученому секретарю совета для оглашения заключения отзыва в которой выполнялась диссертация, и отзыва ведущей организации, Николай Иванович, пожалуйста.

Ученый секретарь – д.т.н., доцент Веткасов Н.И.

Заключение федерального государственного бюджетного образовательного учреждения «Российский университет транспорта (МИИТ)». В заключение отмечается, что диссертация Гусева Дениса Витальевича «Повышение показателей качества изготавливаемых изделий при использовании технологии быстрого прототипирования», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, по специальности

05.02.08. – «Технология машиностроения», выполнена на кафедре «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава». В 2013 г. соискатель окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Московский государственный университет путей сообщения» и получил квалификацию инженера по специальности «Технология машиностроения». В 2016 г. соискатель окончил аспирантуру по специальности 05.02.08. Документ о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2018 г. Научный руководитель – Куликов Михаил Юрьевич, профессор, д.т.н., заведующий кафедрой «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава». По итогам обсуждения принято следующее заключение: отмечается актуальность темы. В частности, отмечается, что в последние годы все большее применение находят технологии быстрого прототипирования, называемые по-разному в зарубежной литературе. На сегодняшний день сформировалась целая индустрия технологий быстрого прототипирования, состоящая из большого количества методов изготовления, которые позволяют производить пластмассовые изделия практически любой сложности и конфигурации и нашли широкое применение в машиностроении, особенно в авиационной и ракетно-космической отраслях промышленности. В тоже время современные технологии быстрого прототипирования часто не отвечают постоянно повышающимся требованиям к качеству машиностроительных изделий. В связи с этим, изучения повышения эффективности технологий быстрого прототипирования является актуальной научно-технической задачей. Соискателем предложен новый подход к изготовлению изделий по технологии быстрого прототипирования, что позволило достигать параметра шероховатости $Ra < 1,3$, а также улучшить точность форм и взаимного расположения поверхностей. Достоверность полученных результатов подтверждается высокой сходимостью экспериментальных и расчетных данных. В силу вышеизложенного, тему диссертации Гусева Д.В. следует принять актуальной.

Отмечается степень достоверности основных результатов диссертации, которая подтверждается: 1. Установленными основными технологическими параметрами процесса прототипирования; 2. Регрессионной моделью зависимости параметра Ra от технологических параметров процесса прототипирования; 3. Разработанной программой автоматизированного расчета ожидаемых точностных характеристик изделий; 4. Разработанными практическими рекомендациями.

По мнению организации, научная новизна полученных в диссертации результатов экспериментальных исследований определяется рядом научных положений и выводов, важнейшие из которых получены лично соискателем: 1. Выявлено и экспериментально доказано влияние основных технологических параметров процесса быстрого прототипирования на

показатели качества изделий; 2. Выявлены закономерности влияния основных технологических параметров процесса быстрого прототипирования на показатели качества изделий (точность формы и взаимного расположения поверхностей и параметр шероховатости Ra); 3. Определены особенности формирования изделия, получаемого по технологии быстрого прототипирования, при изменении угла выращивания, толщины слоя и материала изделий; 4. Разработаны алгоритм и программа для ЭВМ на которое получено свидетельство о регистрации.

В качестве практических результатов диссертационной работы отмечается, что: 1. Разработано программное обеспечение; 2. Разработан комплекс рекомендаций по выбору технологических параметров; 3. Снижена шероховатость изготавливаемых изделий.

Основные положения диссертационной работы в достаточной мере отражены в 12 научных публикациях.

Приводится перечень публикаций, 7 из которых опубликованы в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК, 2 публикации включены в индекс цитирования SCOPUS, получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, в других изданиях и материалах конференций, тут приводится ссылка на две публикации соискателя.

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Отмечается, что диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, является целостной и завершенной научно-квалификационной работой, и отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней и званий.

Поставленные в диссертационной работе задачи решены достаточно полно и последовательно, выводы и рекомендации обоснованы. Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение для науки и практики.

Работа Гусева Д.В. соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – «Технология машиностроения».

Диссертация Гусева Дениса Витальевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени по специальности 05.02.08 – «Технология машиностроения».

Заключение принято на совместном заседании кафедры «Технология машиностроения и ремонта подвижного состава»

Присутствовали на заседании 19 сотрудников университета, в том числе 4 доктора технических наук. Результаты голосования: «за» - 19 человек, «против» - нет, «воздержались» - нет. Протокол заседания №1 от 27.08.2018 г., подписан доктором технических наук, профессором Куликовым М.Ю. и кандидатом технических наук, доцентом Максимовым Д.Г. и утвержден первым проректором, доктором технических наук, профессором В.В. Виноградовым, 14 декабря 2018 г.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Все Николай Иванович?

Ученый секретарь – д.т.н., доцент Веткасов Н.И.

Поэтому все.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

На автореферат поступило 13 отзывов. Все они положительные. На столах у Вас все замечания присутствуют, так? Я думаю, что Вы все уже с ними ознакомились. Не будем делать на них обзор, как мы обычно это делаем и заставляя Николая Ивановича их всех читать, нет возражений? (Нет необходимости). Блестяще. Я посмотрел, заметил, что Вы разделили замечания на 4 группы. Но и тем не менее на некоторые замечания, на которые не собирались отвечать, с моей точки зрения, Вы пишете я согласен, а потом даете комментарий. Ну, пожалуйста.

Соискатель

Я правильно понимаю, все надо прочитать?

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Нет, ты должен рассказать, что ты написал. Ты разделил их на какие-то группы. С кем ты согласен, сказать с кем ты согласен. А потом ответить на то, с кем не согласен.

Соискатель

Мне прямо называть?

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Это ты писал?

Соискатель

Естественно.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Ну так в чем же дело?

Соискатель

Я просто не понимаю, как должно это выглядеть?

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Должно быть так как написано в таблице.

Соискатель

Хорошо. Отзыв из ООО «Росатом – Аддитивные технологии» подписанный генеральным директором, Дубом Алексеем Владимировичем. С первой частью замечания я согласен, со второй: в рамках данной работы полного факторного эксперимента...

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

Вот смотрите с чем не согласны Вы и говорите, и объясняйте. Здесь все показано 4 это что значит? Вы согласны?

Соискатель

Нет. Наоборот.

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

Вот и рассказывайте тогда, где не согласны.

Соискатель

Отзыв из ООО «Русатом – Аддитивные технологии», г. Москва, подписанный д.т.н., профессором Дубом Алексеем Владимировичем – на оба замечания из отзыва хотелось бы ответить. Отзыв из ФГБОУ ВО «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова», г. Санкт-Петербург, подписанный д.т.н., профессором Васильковым Дмитрием Витальевичем – на первое замечание хотелось бы ответить, со вторым согласен с пожеланиями. Отзыв из ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет», г. Хабаровск, подписанный д.т.н., профессором Давыдовым Владимиром Михайловичем – на оба замечания ответы есть в диссертации. Отзыв из ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева», г. Нижний Новгород, подписанный д.т.н., профессором Кретиным Олегом Васильевичем – на оба замечания есть ответы в диссертации. Отзыв из ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», г. Санкт-Петербург, подписанный д.т.н., доцентом Кононовым Дмитрием Павловичем – на первое замечание есть ответ в диссертации, на второе замечание хотелось бы ответить. Отзыв из ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень, подписанный д.т.н., профессором Артамоновым Евгением Владимировичем – на замечания из отзыва полностью согласен. Отзыв из ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева», г. Рыбинск, подписанный д.т.н., профессором Семеновым Александром Николаевичем – на оба замечания хотелось бы ответить. Отзыв из ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И. Н. Ульянова», г. Чебоксары, подписанный д.т.н., профессором Янюшкиным Александром Сергеевичем – на первое замечание ответ есть в диссертации, на второе замечание хотелось бы ответить. Отзыв из ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого», г. Великий Новгород, подписанный д.т.н., профессором Швецовым Игорем Васильевичем – на первое замечание ответ есть в диссертации, со вторым замечанием полностью согласен. Отзыв ФГБОУ ВО «Комсомольский – на – амуре государственный технический университет», г. Комсомольск-на-Амуре, подписанный д.т.н., профессором Мокрицким Борисом Яковлевичем – на первое замечание ответ есть в диссертации, со вторым полностью согласен. Отзыв из ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева», г. Рыбинск, подписанный д.т.н., профессором Рыкуновым Александром Николаевичем – на первые два замечания хотелось бы ответить, на третье замечание ответ есть в диссертации, с последним полностью согласен. Отзыв из ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», г. Иваново, подписанный д.т.н., профессором Полетаевым Владимиром Алексеевичем – на оба замечания хотелось бы ответить. Отзыв из ФГБОУ ВО «Московский государственный технологический университет

«СТАНКИН», г. Москва, подписанный д.т.н., профессором Сабировым Фаном Сагировичем – на первые два замечания хотел бы ответить, с последним полностью согласен.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Ну отвечайте с чем не согласны.

Соискатель

Хорошо. Отзыв из ООО «Русатом»: в рамках данной работы полного факторного эксперимента не проводилось. Проводился многофакторный эксперимент и это дает возможность для более глубокого исследования, что будет учтено в следующих работах.

Д.т.н., профессор Клячкин В.Н.

А что такое полный факторный, многофакторный? Грубо говоря это одно и то же?

Соискатель

Нет. В данном эксперименте учитывались только два фактора угол выращивания и толщина слоя. Мы не учитывали материал.

Д.т.н., профессор Киселев Е.С.

Ну и что? Два – это уже много.

Соискатель

Ну это же не полный факторный.

Д.т.н., профессор Клячкин В.Н.

Там вопрос то не про полный факторный эксперимент, там вопрос про полный факторный анализ. Нет факторного анализа. Это к планированию эксперимента не относится.

Соискатель

Тогда согласен.

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

Хорошо.

Соискатель

Результаты данного исследования справедливы только для метода 3SP и оборудования, использующие данный метод.

В данном пункте отражена научная новизна, которая относится к написанию алгоритма программы, в котором мы использовали все проведенные исследования.

Не правильно понят процесс формообразования при прототипировании, при выращивании, изделие находится в не подвижном статическом состоянии, относительно базовых несущих конструкций установки. Скорость выращивания зависит только от количества слоев.

Полиномиальные зависимости 4 степени дают более высокую степени сходимости по сравнению с другими.

Данные круглограммы представляют собой результаты проведенных исследований на КИМ Metris LK V. Они приведены для сравнения отклонения от цилиндричности при толщине слоя в 25 мкм и 100 мкм.

Исследования проводились на типовых формах, цилиндрах и параллелепипедах. А вот апробация работы в АО «НПО ИТ» проводилась на корпусах датчиков термопары.

Исследования проводились на одном принтере, а апробация работы совсем на другом, но той же фирмы, так что системная ошибка была исключена.

Такое замечание уже было.

Была использована типовая схема Адлера и Хамханова при планировании эксперимента.

Границы надежности были указаны в диссертации. Верхний и нижний уровень для угла выращивания 6-10 градусов. Верхний и нижний уровень для толщины слоя 50-75 мкм.

Данная терминология справедлива, так как в английском языке технология называется Rapid Prototyping, RP- аббревиатура или сокращение. В переводе быстрое прототипирование.

Производитель ставит жёсткие требования к термостойкости помещения в котором будет производиться изготовление ± 2 С°. Все условия были соблюдены.

Оборудование, на котором производилось изготовление имеет закрытый код, поэтому провести исследования влияния скорости печати на показатели качества с варьированием скорости печати не являлось возможным.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Все спасибо. Здесь Николай Васильевич уже сказал, что наполовину вопросов, на которые Вы делали ответы свои, в принципе нужно было соглашаться. Сами себе противоречите. Так все. Слово предоставляется Ученому секретарю Николаю Ивановичу Веткасову для оглашения отзыва ведущей организации.

Ученый секретарь – д.т.н., доцент Веткасов Н.И.

Отзыв ведущей организации «Уфимский государственный авиационный технический университет» на диссертационную работу Гусева Дениса Витальевича, выполненная на тему: «Повышение показателей качества изготавливаемых изделий при использовании технологии быстрого прототипирования», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08.

Отмечается, что диссертационная работа Гусева Дениса Витальевича является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, повышения показателей качества изделий, изготавливаемых по технологии быстрого прототипирования. На сегодняшний день сформировалась целая индустрия быстрого прототипирования, состоящая из большого количества методов изготовления, которые позволяют производить изделия практически любой сложности и конфигурации. Однако существующие методы технологии быстрого прототипирования часто не отвечают повышающимся требованиям.

Поэтому целесообразным является разработать практические рекомендации по выбору режимов прототипирования в обеспечении показателей качества изделий.

Диссертационная работа Гусева Д.В. выполнена на кафедре «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава» Московского государственного университета путей сообщения

Согласно представленным в автореферате и диссертации экспериментальным результатам поставленная цель была достигнута, а задачи исследования решены в полном объеме, что нашло свое отражение в основных выводах.

Структура и содержание работы. Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка, включающего 71 наименование и приложения в количестве четырех. Основной текст диссертации изложен на 116 страницах, включая 66 рисунков и 8 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы исследования.

В первой главе выполнен анализ научно-технической литературы по современному состоянию технологии быстрого прототипирования, применению методов RP- технологии. В результате выявлено, что в настоящее время отсутствуют сведения о влиянии технологических параметров процесса прототипирования на показатели качества.

Во второй главе представлены результаты исследований отклонения точности форм и взаимного расположения поверхностей и параметра шероховатости Ra изделий, изготовленных методом 3SP технологии быстрого прототипирования. Зондовая микроскопия помогла сделать вывод о формировании шероховатости на поверхности образцов.

В третьей главе разработана регрессионная модель формирования шероховатости поверхности, изготавливаемых изделий методом быстрого прототипирования.

В четвертой главе представлена и описана работа программы «Расчет ожидаемых параметров точности изделий, получаемых по технологии прототипирования».

В заключении диссертационной работы приведены основные выводы, отражающие выполнение поставленной цели.

Отмечается научная новизна работы: 1. Выявлено и экспериментально доказано влияние основных технологических параметров процесса быстрого прототипирования (угла выращивания α , толщины слоя z) на показатели качества изделий; 2. Выявлены закономерности влияния основных технологических параметров процесса быстрого прототипирования на показатели точности изделий; 2. Определены особенности формирования изделия, получаемого по технологии быстрого прототипирования; 3. Разработаны алгоритм и программа для ЭВМ прогнозирования параметров шероховатости поверхностей и получено свидетельство о государственной регистрации программы.

Отмечается обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. В частности, отмечается достоверность полученных результатов при решении поставленных в диссертационной работе задач, обеспечивалась использованием стандартных методов экспериментальных исследований, с использованием современных приборов, а также применением современной компьютерной техники.

Сформулированные в диссертационной работе положения, выводы и рекомендации обоснованы экспериментальными данными.

Основные результаты диссертации опубликованы в 12 научных статьях, в том числе статьях в изданиях, входящих в перечень ВАК, и 2 статьи, входящих в систему цитирования SCOPUS, 2 статьи в других изданиях, 1 свидетельство о государственной регистрации программы. Результаты исследований обсуждались на всероссийских и международных научных конференциях.

Диссертация написана на технически грамотном языке.

По своей цели, задачам, содержанию и научной новизне диссертационная работа соответствует паспорту специальности 05.02.08.

Отмечается значимость результатов диссертационной работы для науки, отмечается, что она вносит существенный вклад в развитие технологии быстрого прототипирования.

Результаты исследований и новые технические решения экспериментально опробованы на ОАО «НПО ИТ», г. Королев.

Рекомендации по использованию результатов и выводов, представленных в диссертации: результаты диссертации Гусева Д.В. могут быть использованы на предприятиях авиационной и машиностроительной промышленности, в частности разработанная программа автоматизированного расчета ожидаемых параметров точности изделий, получаемых по технологии быстрого прототипирования, могут быть использованы на этих предприятиях.

Замечания в диссертации и автореферате:

1. Не совсем понятно использование зондового микроскопа с большой разрешающей способностью.

2. Не понятно почему в программу для ЭВМ не были включены исследования по отклонениям от цилиндричности и круглости, хотя в диссертации данное исследование присутствует.

3. В работе присутствуют грамматические ошибки.

Диссертационная работа Гусева Дениса Витальевича «Повышение показателей качества изготавливаемых изделий при использовании технологии быстрого прототипирования», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 «Технология машиностроения» содержит новые научно обоснованные решения по обеспечению показателей качества изделия, изготовленных по

технологии быстрого прототипирования, имеющие существенное значение для машиностроительной отрасли. Работа носит завершённый характер и отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор Гусев Денис Витальевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук 05.02.08.

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден и одобрен на заседании кафедры технология машиностроения Уфимского государственного авиационного технического университета, 18 февраля 2019 г., протокол №10.

Отзыв подписал профессор кафедры технологии машиностроения Уфимского государственного авиационного технического университета доктор технических наук, доцент Шехтман С.Р. Докторская диссертация защищена по специальности 05.16.06. Отзыв утверждён ректором Уфимского государственного авиационного технического университета д.т.н., профессором Криони Н.К., 28 февраля 2019г.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Так, ответьте на замечания ведущей организации, пожалуйста.

Соискатель

Можно еще раз озвучит замечания?

Ученый секретарь – д.т.н., доцент Веткасов Н.И.

Не совсем понятно использование зондового микроскопа с большой разрешающей способностью.

Соискатель

Зондовый микроскоп с большой разрешающей способностью был в первую очередь использован чтобы сформулировать механизм формирования шероховатости, а также для измерения шаговых параметров шероховатости

Ученый секретарь – д.т.н., доцент Веткасов Н.И.

Не понятно почему в программу для ЭВМ не были включены исследования по отклонениям от цилиндричности и круглости, хотя в диссертации данное исследование присутствует.

Соискатель

Будут использованы в следующей программе.

Ученый секретарь – д.т.н., доцент Веткасов Н.И.

В работе присутствуют грамматические ошибки.

Соискатель

С замечанием согласен.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Так, все садитесь. Слово для отзыва предоставляется официальному оппоненту доктору технических наук, профессору Кузнецову Владимиру Анатольевичу, так как он не присутствует на заседание, слово предоставляется ученому секретарю, Николаю Ивановичу.

Ученый секретарь – д.т.н., доцент Веткасов Н.И.

Отзыв официального оппонента Кузнецова Владимира Анатольевича на диссертационную работу Гусева Дениса Витальевича на тему: «Повышение показателей качества изготавливаемых изделий при использовании технологии быстрого прототипирования», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения.

Структура и объем диссертации: диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Московский государственный университет путей сообщения» и состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка, включающего 71 наименование и приложения в количестве четырех.

Основное содержание диссертационной работы изложено на 116 страницах машинописного текста, включая 66 рисунков и 8 таблиц.

Отмечается актуальность темы, выполненной работы. В частности, отмечается, что данная технология нашла широкое применение в машиностроительном комплексе, особенно в авиационной и ракетно-космической отраслях, за счет применения сверхлегких пластиков, которые снижают вес изделий. Технология быстрого прототипирования позволяет изготавливать изделия практически любой сложности формы и конфигурации.

Диссертационная работа Гусева Д.В. ориентирована на повышение эффективности использования метода 3SP технологии прототипирования, позволяющей достигать заданных параметров качества путем варьирования технологическими параметрами процесса прототипирования. Таким образом, в работе соискателя решается важная научно-техническая задача, в результате чего станет возможным повышение показателей качества изделий, таких, как параметр шероховатости Ra и отклонения точностных параметров изделия.

В связи с этим повышение показателей качества изготавливаемых изделий, изготовленных по технологии быстрого прототипирования является актуальной задачей.

Отмечаются основные результаты исследований, которые состоят в следующем: 1. Доказаны и установлены значения важнейших технологических параметров процесса прототипирования, а именно угол выращивания и толщина слоя, при которых величина параметра шероховатости Ra $< 1,3$ мкм и отклонения точностных параметров минимальны. 2. Получена регрессионная модель зависимости параметра шероховатости изделия Ra от технологических параметров процесса прототипирования. Парное взаимодействие технологических параметров процесса прототипирования оказывает значительное влияние на параметры шероховатости поверхности изделия. 3. Разработана и реализована программа

для ЭВМ. 4. Разработан комплекс практических рекомендаций по обеспечению требуемых значений параметров шероховатости.

Отмечается степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации в частности отмечается что в диссертации Гусева Д.В. содержит 6 выводов, которые следуют из результатов проведенных исследований, представленных в главах работы.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается корректным использованием результатов проведенных исследований, производственных испытаний, апробацией полученных результатов на всероссийских конференциях, в публикациях.

Отмечаются достоверность и научная новизна положений, выводов и рекомендаций: выводы и рекомендации подтверждаются результатами лабораторных испытаний, которые проводились с использованием современного измерительного оборудования.

Основные положения диссертационной работы были представлены на заседаниях кафедр нескольких высших учебных заведений, работа достаточно апробирована. По результатам работы соискателем было получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Из выше сказанного можно сделать вывод о том, что достоверность, научная новизна, выводы и рекомендации нашли свое подтверждение.

Практическая значимость диссертационной работы Гусева Д.В. состоит в: 1. Разработано программное обеспечение по «Расчету ожидаемых параметров точности изделий, получаемых по технологии прототипирования». Получено свидетельство о государственной регистрации программы; 2. Разработан комплекс рекомендации по выбору технологических параметров процесса прототипирования, обеспечивающих заданную точность и шероховатость; 3. Снижена шероховатость изготавливаемых изделий в 1,5–2 раза.

Основные положения диссертационной работы опубликованы в 12 научных статьях, в том числе 7 статей в изданиях, входящих в перечень ВАК, и 2 статьи, входящих в систему цитирования SCOPUS, 2 статьи в других изданиях, 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Результаты работы докладывались на международных и всероссийских конференциях, а также опубликованы в сборниках трудов.

Таким образом работа прошла необходимую апробацию и достаточно освещена в публикациях автора.

Оформление диссертационной работы: диссертации написан на технически грамотном языке и снабжен достаточным количеством иллюстрированного материала, ссылок на работы автора, ранее

опубликовавших результаты исследований по тематике диссертации. В выводах по работе отражено решение всех поставленных задач для достижения цели диссертации.

Автореферат удовлетворяет требованиям положения о порядке присуждения учёных степеней и соответствует содержанию диссертационной работы, поскольку отражает основные результаты и выводы работы, научную новизну и практическую значимость. В автореферате представлена структура диссертации и личный вклад автора.

Замечания по диссертационные работы:

1. В диссертации не обоснованы пределы изменения технологических факторов процесса (угла выращивания и толщины слоя).

2. Не оценена точность размеров изготовленной детали различными методами прототипирования.

3. Не ясно, почему многофакторный эксперимент проводился только для параметров шероховатости.

4. Не произведено технико-экономическое сравнение разработанной технологии с классической технологией получения таких изделий.

В заключение отмечается, что диссертация Гусева Дениса Витальевича является завершённой научно-квалификационной работой, результаты которой внесут огромный вклад в решение актуальной задачи, связанной с повышением показателей качества изделий, изготовленных по технологии быстрого прототипирования.

Диссертационная работа отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и соответствует п. 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней и ученых званий ВАК РФ», а её автор, Гусев Денис Витальевич заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08. Отзыв подписан официальным оппонентом доктором технических наук, профессором Кузнецовым В.А.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Отвечайте на замечания.

Соискатель

Можно еще раз озвучит замечания?

Ученый секретарь – д.т.н., доцент Веткасов Н.И.

В диссертации не обоснованы пределы изменения технологических факторов процесса (угла выращивания и толщины слоя).

Соискатель

Если имеется ввиду почему был выбран такой диапазон измерений от 0° до 12°, то мы уже говорили об этом я уже отвечал на такой вопрос, а толщина слоя — это настройки установки.

Ученый секретарь – д.т.н., доцент Веткасов Н.И.

Не оценена точность размеров изготовленной детали различными методами прототипирования.

Соискатель

Согласен с замечанием.

Ученый секретарь – д.т.н., доцент Веткасов Н.И.

Не ясно, почему многофакторный эксперимент проводился только для параметров шероховатости.

Соискатель

Согласен с замечанием. Многофакторный эксперимент проводился только для параметра шероховатости.

Ученый секретарь – д.т.н., доцент Веткасов Н.И.

Не произведено технико-экономическое сравнение разработанной технологии с классической технологией получения таких изделий.

Соискатель

Согласен с замечанием. Экономической части в нашей работе нет.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Так слово для отзыва предоставляется официальному оппоненту доктору технических наук, доценту Митину Сергею Геннадьевичу, пожалуйста.

Д.т.н., доцент Митин С.Г.

Уважаемые коллеги я ознакомился с диссертацией Гусева Дениса Витальевича и соответственно с этим составил отзыв. Сразу скажу отзыв в целом положительный. Поэтому позвольте остановиться на основных положениях. И не зачитывать весь отзыв.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Давайте, коротко основные положения.

Д.т.н., доцент Митин С.Г.

Да основные положения, а замечания и заключение я зачитаю. Первое по актуальности: Технология быстрого прототипирования позволяет изготавливать изделия практически любой сложности и геометрии, однако на настоящий момент имеет ряд недостатков одним из главных является недостаточная проработка вопросов, связанных с подбором рациональных режимов изготовления.

В связи с этим диссертационная работа Гусева Д. В., посвящённая определению значимых параметров технологии быстрого прототипирования и установлению закономерностей их влияния на показатели качества, является актуальной.

Оценка выводов и результатов показала, что диссертационная работа Гусева Д.В. содержит обоснованные и достоверные научные положения, и выводы, которые подкреплены экспериментальными исследованиями, выполненные на современном оборудовании с использованием аттестованных приборов и средств измерений, а также производственные испытания на «НПО ИТ» г. Королев.

Научной новизной исследования является выявление значимых технологических параметров процесса быстрого прототипирования,

закономерностей их влияния на показатели качества изделий и полученная регрессионная модель, позволяющая прогнозировать качество изделия в зависимости от заданных параметров технологии быстрого прототипирования.

Из вышесказанного следует, что диссертационная работа Гусева Д. В. является законченной научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной задачи, имеющей значение для развития технологии машиностроения с целью повышения показателей качества изделий, изготавливаемых по технологии быстрого прототипирования.

По поводу недостатков работы и замечаний:

1. В главе 1 даны ссылки на зарубежные источники 1990-2000 гг. Ввиду высоких темпов развития технологий быстрого прототипирования, следовало расширить обзор на основе анализа научных публикаций за последнее десятилетие.

2. В выводах по главе 2 (с. 73) в п. 5 указано, что «влияние коэффициента вязкости материала на точность изготавливаемых изделий незначительно», однако неясно, исходя из чего сделан этот вывод.

3. В главе 3 полученное выражение с числовыми коэффициентами (3.59) стоило представить в виде (3.1).

4. Неясно, как в полученной в п. 3.2 регрессионной модели учитывается материал изделий.

5. В главе 4 на с. 84 даётся ссылка на формулу (3.60), которая отсутствует в тексте диссертации.

6. В разработанной программе для ЭВМ «Расчёт ожидаемых параметров точности изделий, получаемых по технологии прототипирования» хотелось бы иметь возможность получать рекомендации по выбору технологических параметров (угла выращивания α , толщины слоя z) на основе заданных показателей качества.

Указанные недостатки и замечания, не снижают теоретической и практической ценности диссертационной работы в целом.

В связи с этим делается следующее заключение по работе. Диссертация обладает внутренним единством, изложена на 116 страницах и состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка, включающего 71 наименование, и четырёх приложений. Язык работы технически грамотный, выводы аргументированы, иллюстрации подготовлены качественно, фотоснимки информативны.

По теме диссертации опубликовано 12 работ, в том числе 7 статей в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ, и 2 статьи, входящих в систему цитирования SCOPUS, 2 статьи в других изданиях, 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Автореферат соответствует содержанию диссертации, в нём раскрывается актуальность темы, цели и задачи исследования, научная новизна и практическая ценность, даётся представление о методах и средствах исследования, приводятся сведения об апробации и объёме работы, краткое изложение по главам и основные научные выводы и результаты работы.

Диссертационная работа Гусева Дениса Витальевича на тему «Повышение показателей качества изготавливаемых изделий при использовании технологии быстрого прототипирования» соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям в пунктах 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней» (утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842), а её автор заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения. Благодарю за внимание.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Сергей Геннадьевич присаживайтесь. Соискатель отвечайте на замечания.

Соискатель

На первое замечания. В первой главе дана подборка 90 годов так как по сути ничего нового не пишется, а переписывается то что уже известно.

Второе замечание по поводу вязкости. Вывод делается исходя из полученных результатов и графиков.

Третье замечание полностью согласен.

Четвертое замечание по поводу регрессионной модели, что в ней не учитывается материал, тоже согласен. В нашей модели присутствует угол выращивания и толщина слоя.

Пятое замечание, отсутствует формула (3.60) – опечатка. Недосмотрел.

Шестое замечание. В следующей программе обязательно учтем.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Тоже согласны?

Соискатель

Полностью согласен.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Сергей Геннадьевич ответы Вас устраивают?

Д.т.н., доцент Митин С.Г.

Да, меня ответы соискателя полностью устраивают.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Садитесь, пожалуйста. Так мы приступаем к обсуждению диссертации, пожалуйста, кто хочет выступить? Пожалуйста, Денисенко Александр Федорович.

Д.т.н., профессор Денисенко А.Ф.

Я уважаемые коллеги, хочу обратить внимание, что мы не так часто слушаем подобные работы и соискатель в общем-то акцентировал на том, что работа практически экспериментальная. Поэтому теоретическая часть здесь представлена ну, достаточно скромно и, наверное, цель такую соискатель и не ставил. И даже вот читая отдельные моменты в автореферате, можно отметить, что методы исследования, в основе лежат экспериментальные методы исследования. Я думаю, что это обстоятельство мы должны учитывать, имея ввиду, что работы такого типа, мы в общем-то, посвященные таким методам технологии, мы в общем-то, наверное, не слышали и слышим в первый раз. Вместе с тем, что даже если принять это положение, как постулат, наверное, есть смысл отметить и то, что было не доделано в экспериментальном плане. Ну первое на что мне хотелось бы обратить внимание, что есть некоторые методические ошибки в построение самого доклада соискателя. В частности, я не услышал того, что же сделано в настоящий момент в области прототипирования т.е. не представлена, как уже задавались вопросы, изделия для которых актуальна вот эта вот работа. И самое главное с чего бы, мне думалось, должно было начинаться это исследование - это связано с первым выводом, который представлен в автореферате. А он звучит таким образом «Доказано, что важнейшими технологическими параметрами процесса прототипирования является угол выращивания, а также толщина слоя», но я не увидел, а какие же технологические параметры вообще влияют на качество прототипирования. И тогда уже можно было бы говорить о том, что это важнейший, это не важнейший т.е. должен был сделан анализ, почему именно эти? И сколько их? Какие они должны быть? Почему выбрано вот только два или три параметра? И уже говорилось о том, что вязкость материала не входит в эти формулы и т.д., и т.д. Мне кажется именно это потянуло за собой целый ряд вопросов, которые здесь сформулировали. Вместе с тем нужно отметить, что экспериментально сделано достаточно много и объем экспериментальных исследований значительный, но, чтобы еще хотелось услышать, и это прозвучало в замечаниях, даже те графики экспериментальные, которые получены они не совсем так сказать экспериментально объясняют качественную сторону этого процесса. Вот Владимир Петрович задавал вопрос о минимуме функции т.е. все идет на уровне предположений, что здесь возможно вот это влияние, здесь вот это. Хотя экспериментальные исследования можно было бы расширить, получить более доказательную базу для таких предположений. Вместе с тем я считаю, что вот эта работа наверно пионерская и требовать от нее сейчас теоретических каких-то обоснований тех положений, которые получены экспериментально, может быть и нет смысла, а есть просто пожелания соискателю продолжить эту работу и, наверное, в дальнейшей своей работе появится и теоретическое обоснование. Я считаю, что работа соответствует требованиям ВАК и я буду голосовать «за».

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Спасибо, Александр Федорович. Пожалуйста, кто еще хочет? Николай Васильевич Носов, пожалуйста.

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

В целом я безусловно согласен с Александром Федоровичем. Вот замечания какие я хотел отметить. Методов изготовления деталей с помощью аддитивных технологий много. Почему диссертант выбрал именно этот метод? Ну их, наверное, около сотни. Никакой объективной оценки, или какого-либо научного или экономического обоснования, подхода к этому методу не было. И поэтому эти методы, они конечно не случайно появились, но доказать почему отказался завод производитель от горячей объемной штамповки пластмассовых деталей очень сложно. Надо было доказать более существенно или рассказать, что да, это приведет к таким результатам. К сожалению, я этого не услышал. Дальше не было объективной оценки достигнутых результатов. Достигнутые результаты ставятся из чертежа детали, из технических требований к объекту, которое Вы исследуете. Ну какие? Какие качества точности должно быть? Какие качества точности по форме расположения, ничего этого нет. График теряет свой смысл. На каких-то режимах я достигаю тех требуемых результатов, на каких не достигаю. И вот это как раз о том, чем я говорю. Доказать надо было. Теперь дальше. Сложно оценить по работе теоретическую значимость результатов. Я не знаю, как мы будем заключение писать, там очень сложный раздел. Кроме этого, в процессе доклада, в ответах на вопросы применены не точности в терминологии. Многие понятия, нужно как-то подтянуть в этом плане. Дальше хотел сказать о публикациях. Я посмотрел автореферат публикации там Куликов М.Ю., Ларионов М.А., Гусев Д.В. Что самостоятельно нельзя было что ли какую-то работу опубликовать. Ну Куликова мы знаем, мы очень рады, что у него такой человек появился, Ларионова мы не знаем, Гусев здесь.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Ларионов, вон сидит.

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

Ларионов вот он сидит. А он тоже защитился?

К.т.н., доцент Ларионов М.А.

Да, я кандидат наук.

Д.т.н., профессор Носов Н.В.

Ну вот видите. Связка прошла. В заключение я хотел сказать, что в практическом плане выводы работы безусловно являются современными, интересными, и за нее можно голосовать положительно.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Спасибо, Николай Васильевич. Кто еще? Олег Владимирович Захаров, пожалуйста.

Д.т.н., доцент Захаров О.В.

Утвержден, что за аддитивными технологиями будущее. Необходимо, как теоретические исследования, так и практическая реализация. На сколько мне известно, сейчас в России установки не изготавливают для 3D прототипирования, в особенности для спекания лазером. Поэтому скажем, двигаться в теоретическом направлении здесь тяжело, речь идет скорее о том, чтобы адаптировать технологию под конкретное изделие. Во-первых, это безусловно сами материалы, во-вторых, это режимы обработки, если не двигаться в этом направлении то через какое-то время мы очень существенно отстанем от Запада. Поэтому такие исследования я расцениваю положительно. Сама работа тоже произвела благоприятные впечатления и, по моему мнению, отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Я работу поддерживаю.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Спасибо Олег Владимирович. Есть еще желающие выступить? Николай Михайлович Бобровский, пожалуйста.

Д.т.н., профессор Бобровский Н.М.

С одной стороны – это такая теоретика процесса. Руководитель сказал, что распиарены новые технологии, но здесь в докладе, как раз я этого не услышал. Быстрое прототипирование – это не только перевод с английского, быстрый выпуск опытной партии образцов, когда время дороже денег. Когда время дороже денег. Быстро надо сделать какую-то модель, ракету, там и т.д., и т.д. Для Государство деньги не так важны, как для нас. Вот – это вот все должно было быть сказано в начале. Да, штамповка, литье, все мы в курсе. Медленно. Второе – это элемент системы «капкан». Компьютер моделирует тут же все и идет прототипирование. Время, время. Вот это надо было сказать. Дальше, наш совет должен быть к тому, что таких диссертации в рыночной экономике будет все больше, вноситься. И вот этой защитой может быть мы должны сформулировать тот диапазон к требованиям, к защите такого типа диссертаций. Т.е. это не какое-то резание, ни расчет припусков, ни жесткость, не обратные связи при обработке и т.д. и т.д. А вот такие вещи. Вот мне кажется так, что это такая, скажем, в нашем совете пионерская работа. Да? И в общем-то под 05.02.08 – технология машиностроения, не технология производства, как обычно у нас изделия из стали, т.е. там титан, авиационные сплавы, жаропрочные сплавы. Неметаллических изделий. Обратите, внимание неметаллических изделий, что в технологии машиностроение редкость. Вот я думаю - это все те положительные качества, которые перевесили лично для меня слово микрон. Ну, как бы я вспоминал то ли в 70-ые годы их отметили, то ли в 80-ые. Микромметр. Я конечно, сам никак не могу к мегапаскалям привыкнуть. Но деваться не куда, поэтому потихоньку надо двигаться вперед. Все.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Ваше мнение какое?

Д.т.н., профессор Бобровский Н.М.

Ну да, положительно.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Так, ну, наверное, все? Да? Нет? Или еще желающие? Заканчиваем? Достаточно. И заключительное слово предоставляется соискателю.

Соискатель

Спасибо, всем огромное за все сказанное, за вопросы, за поддержку, которую Вы выразили, а также хотелось сказать, спасибо всем членом совета, научному руководителю, Ларионову Максиму Александровичу, который приехал поддержать, наверно все.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Спасибо. Так. Приступаем к голосованию. Есть предложение по составу счетной комиссии. Я думаю, что возражать никто не будет. Включить в состав комиссии профессоров Булыжева Евгения Михайловича, Киселева Евгения Степановича, и Клячкина Владимира Николаевича. Так, есть возражения? Единогласно. Делаем технический перерыв для голосования. Председателем назначить Клячкина Владимира Николаевича.

Счетная комиссия организует тайное голосование

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Продолжаем нашу работу. Слово предоставляется председателю счетной комиссии Владимиру Николаевичу Клячкину.

Д.т.н., профессор Клячкин В.Н.

Протокол № 1 заседания счетной комиссии, избранной диссертационным советом Д 999.003.02 от 29 марта 2019 г. Состав комиссии: Клячкин В.Н., Булыжев Е.М., Киселев Е.С. Комиссия избрана для подсчета голосов при тайном голосовании по диссертации Гусева Дениса Витальевича на соискание ученой степени кандидата технических наук. Присутствовало на заседании 18 членов совета, в том числе докторов по профилю рассматриваемой диссертации 9. Роздано бюллетеней 18. Осталось нерозданных бюллетеней 2. Оказалось в урне бюллетеней 18. Результаты голосования по вопросу о присуждении ученой степени кандидата технических наук Гусеву Денису Витальевичу: за – 14, против – 2, недействительных бюллетеней – 2.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Так, предлагаю утвердить протокол счетной комиссии. Кто за? 18. Против нет? Нет. Воздержавшихся нет. Протокол счетной комиссии утверждается. Таким образом, на основании результатов тайного голосования: за – 14, против – 2, недействительных – 2. Объединенный диссертационный совет Д

999.003.02 при Ульяновском государственном техническом университете и Тольяттинском государственном университете признает, что диссертация Гусева Дениса Витальевича, является научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной научно-технической задачи, направленной на повышение показателей качества изделий, изготовленных по технологии быстрого прототипирования, имеющей важное значение для машиностроения. Работа соответствует критериям, установленным в разделе II Положения о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842. На основании вышеизложенного совет присуждает Гусеву Денису Витальевичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – «Технология машиностроения».

Так. Следующие. У нас остается проект заключения. У каждого из Вас лежит на столе. Давайте его обсудим.

Обсуждение заключения

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Если замечаний больше нет, то есть предложение принять заключение в целом с учетом высказанных замечаний. Тогда мы доводим до вашего сведения, Денис Витальевич, заключение в таком виде.

Заключение диссертационного совета объявляется соискателю

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОБЪЕДИНЕННОГО ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
Д999.003.02, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «УЛЬЯНОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» И
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТОЛЬЯТТИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 29.03.2019г. № 46
о присуждении Гусеву Денису Витальевичу, гражданину Российской
Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация на тему «Повышение показателей качества изготавливаемых изделий при использовании технологии быстрого прототипирования» по специальности 05.02.08 – «Технология машиностроения» принята к защите 15.01.2019 г. (протокол заседания № 45) объединенным диссертационным советом Д999.003.02, на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения (ФГБОУ) высшего образования (ВО) «Ульяновский государственный технический университет» и ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, д. 32, действующим на основе приказа № 123/нк 17.02.2015 г.

Соискатель Гусев Денис Витальевич 1989 года рождения.

В 2013 году соискатель с отличием окончил ФГБОУ ВО «Московский государственный университет путей сообщения» по направлению «Технология машиностроения». В 2016 году соискатель окончил аспирантуру на базе ФГБОУ ВО «Московский государственный университет путей сообщения» МГУПС (МИИТ)».

Диссертация выполнена на кафедре «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава» в ФГБОУ ВО «Российский университет транспорта (МИИТ)» (РУТ (МИИТ), Министерство науки и высшего образования РФ.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор **Куликов Михаил Юрьевич**, работает в должности заведующего кафедрой «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава» в ФГБОУ ВО «Российский университет транспорта (МИИТ)» (РУТ (МИИТ).

Официальные оппоненты:

1. Кузнецов Владимир Анатольевич, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет», кафедра «Оборудование и технологии сварочного производства»;

2. Митин Сергей Геннадьевич, доктор технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.», кафедра «Автоматизация, управление, мехатроника».

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ), г. Уфа, в своем положительном отзыве, подписанном Шехтманом Семеном Романовичем, д.т.н., профессором кафедры «Технология машиностроения» и утвержденном Криони Николаем Константиновичем, д.т.н., профессором, ректором ФГБОУ ВО УГАТУ, указала, что диссертационная работа Гусева Д.В. «Повышение показателей качества изготавливаемых изделий при использовании технологии быстрого прототипирования», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 «Технология машиностроения» является научно-квалификационной работой,

результаты которой имеют важное значение для современной машиностроительной отрасли. Степень обоснованности и достоверности научных результатов и выводов достаточны. Поставленные цели и задачи выполнены в полном объеме. Диссертация Гусева Дениса Витальевича соответствует п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» от 24.09.2013г. № 842 (в редакции Постановления Правительства Российской Федерации от 21.04.2016 г., № 335), а ее автор, Гусев Денис Витальевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе, 7 научных статей в журналах, входящих в перечень ВАК РФ и 2 статьи, входящих в систему цитирования SCOPUS, 2 статьи в других изданиях, 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Наиболее значительные работы по теме диссертации:

1. Исследование взаимосвязи шероховатости поверхности прототипированных образцов с условиями их базирования при изготовлении / Куликов М.Ю., Ларионов М.А., Гусев Д.В. // Вестник Брянского государственного технического университета. – Брянск. 2016. – № 2 (50). – С. 108 – 111.

2. О взаимодействии шероховатости поверхности прототипированных образцов с условиями их базирования при изготовлении / Куликов М.Ю., Ларионов М.А., Гусев Д.В. // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – Комсомольск-на-Амуре. 2016. – № 1 (25). – С. 88 – 92.

3. Технологии 3D-печати для аэродинамических моделей РКТ / Куликов М.Ю., Ларионов М.А., Гусев Д.В. // Мир транспорта. – № 4. – Т. 13. 2015. – С. 54 – 57.

4. Применение технологий 3D-печати для изготовления аэродинамических моделей изделий ракетно-космической техники / Куликов М.Ю.,

Липницкий Ю.М., Ларионов М.А., Гусев Д.В. // Космонавтика и ракетостроение. 2014. – № 3 (76). – С. 137 – 142.

5. Погрешность формообразования тел вращения при использовании технологий быстрого прототипирования / Куликов М.Ю., Ларионов М.А., Гусев Д.В. // Вестник Брянского государственного технического университета. – Брянск. 2016. – № 3 (51). – С. 177 – 183.

6. The Influence of Pre-Settings of the Automated System Rapid Prototyping on the Qualitative Characteristics of Formation / Kulikov M. Yu., Larionov M.A., Sheptunov S.A., Gusev D.V. // 2016 IEEE Conference on Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies (IT&MQ&IS). – Proceedings. – October 4 – 11, 2016. – P. 205 – 208.

7. Исследование влияния базирования при прототипировании на точностные характеристики изделия методами атомно-силовой микроскопии / Куликов М.Ю., Ларионов М.А., Гусев Д.В., Гаврилина Е.Н. // Всероссийская конференция «Информационные технологии, менеджмент качества, информационная безопасность». – Нальчик. 2015. – № 5. – Т. 2.– С. 131 – 137.

На диссертацию и автореферат поступили следующие отзывы:

1. Отзыв ведущей организации – ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ), подписанный Шехтманом Семеном Романовичем, д.т.н., профессором кафедры «Технология машиностроения», и утвержденный Криони Николаем Константиновичем, д.т.н., профессором, ректором ФГБОУ ВО УГАТУ. Отзыв носит положительный характер со следующими замечаниями: 1. «Не совсем понятно использование зондового микроскопа с большой разрешающей способностью»; 2. «Не понятно почему в программу для ЭВМ не были включены исследования по отклонениям от цилиндричности и круглости, хотя в диссертации данное исследование присутствует»; 3. «В работе присутствуют грамматические ошибки».

Указанные замечания не влияют на положительную оценку выполненной работы и не опровергают основные выводы по диссертации.

2. Отзыв официального оппонента – Кузнецова Владимира Анатольевича, д.т.н., профессора кафедры «Оборудование и технологии сварочного производства» ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет». Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. «В диссертации не обоснованы пределы изменения технологических факторов процесса (угла выращивания и толщины слоя)»; 2. «Не оценена точность размеров изготовленной детали различными методами прототипирования»; 3. «Не ясно, почему многофакторный эксперимент проводился только для параметров шероховатости»; 4. «Не произведено технико-экономическое сравнение разработанной технологии с классической технологией получения таких изделий».

3. Отзыв официального оппонента – Митина Сергея Геннадьевича, доктора технических наук, профессора кафедры «Автоматизация, управление, мехатроника» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.» Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. «В главе 1 даны ссылки на зарубежные источники 1990-2000 гг. Ввиду высоких темпов развития технологий быстрого прототипирования следовало расширить обзор на основе анализа научных публикаций за последнее десятилетие»; 2. «В выводах по главе 2 (с. 73), в п. 5 указано, что «влияние коэффициента вязкости материала на точность изготавливаемых изделий незначительно», однако неясно, исходя из чего сделан этот вывод»; 3. «В главе 3 полученное выражение с числовыми коэффициентами (3.59) стоило представить в виде (3.1)»; 4. «Неясно, как в полученной в п. 3.2 регрессионной модели учитывается материал изделий»; 5. «В главе 4 на с. 84 даётся ссылка на формулу (3.60), которая отсутствует в тексте диссертации»; 6. «В разработанной программе для ЭВМ «Расчёт ожидаемых параметров точности изделий, получаемых по технологии прототипирования», хотелось бы иметь возможность получать рекомендации

по выбору технологических параметров (угла выращивания α , толщины слоя z) на основе заданных показателей качества».

Отзыв из ООО «Русатом – Аддитивные технологии», г. Москва, подписанный генеральным директором, д.т.н., профессором Дубом Алексеем Владимировичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. «В работе нет факторного анализа степени влияния всех технологических параметров на результаты процесса, например - используемого материала. А как следует из ряда графиков, эффект именно материала существенно превышает эффект от задания угла выращивания»; 2. «В выводах не отражено – результаты справедливы только для конкретного оборудования или распространяются на все подобные процессы, реализованные на и другом оборудовании?».

Вместе с тем, работа является пионерской, полученные результаты получены впервые, и перечисленные выше недостатки не влияют на положительную оценку работы и носят скорее методический характер.

Отзыв из ФГБОУ ВО «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова», г. Санкт-Петербург, подписанный д.т.н., профессором кафедры «Технология и производство артиллерийского вооружения» Васильковым Дмитрием Витальевичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. «Последний пункт раздела «Научная новизна» больше относится к практической значимости»; 2. «При изучении шероховатости получаемой поверхности соискатель контролировал один параметр, хотя по ГОСТ их значительно больше».

Отзыв из ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет», г. Хабаровск, подписанный д.т.н., профессором, заведующим кафедрой «Технологическая информатика и информационные системы» Давыдовым Владимиром Михайловичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. «Не ясно, почему в работе исследовался диапазон углов от 0° до 12° »; 2. «Из автореферата неясно, почему автор использует один показатель шероховатости R_a . Согласно ГОСТ Р ИСО 4287-2014 показателей

шероховатости гораздо больше, и они более точно характеризуют микрорельеф поверхности, например, R_p , R_{sk} , R_{sm} ».

Отзыв из ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева», г. Нижний Новгород, подписанный д.т.н., профессором кафедры «Автоматизация машиностроения» Кретиным Олегом Васильевичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. «Ключевой процесс затвердевания идет во времени, однако в работе нет исследований по скорости вращения цилиндра при выращивании»; 2. «Модели с 4 степенью полинома на странице 10 автореферата представляются излишне сложными для описания кривых с единственным минимумом».

Отзыв из ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», г. Санкт-Петербург, подписанный д.т.н., профессором кафедры «Технология металлов» Ивановым Игорем Александровичем и д.т.н., доцентом кафедры «Технология металлов» Кононовым Дмитрием Павловичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. «В автореферате не полностью раскрыто обоснование выбранных методов быстрого прототипирования»; 2. «Не понятно, что представляют собой круглограммы, изображённые на рисунке 7?».

Отзыв из ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень, подписанный д.т.н., профессором, заведующим кафедрой «Станки инструменты» Артамоновым Евгением Владимировичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. «Мелкие и плохо читаемые обозначения на графиках и рисунках автореферата».

Отзыв из ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева», г. Рыбинск, подписанный д.т.н., профессором, деканом авиатехнологического факультета Семеновым Александром Николаевичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. «Исследования проводились на образцах, не имеющих отношения к конкретным изделиям с соответствующими эксплуатационными показателями»; 2. «Критическое значение угла выращивания в 8 градусов,

характерное для всех проведенных исследований, может свидетельствовать и о конструктивных недостатках принтера, как систематической погрешности. Такой основополагающий вывод следовало подтвердить с помощью использования других установок для выращивания».

Отзыв из ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И. Н. Ульянова», г. Чебоксары, подписанный д.т.н., профессором кафедры «Технология машиностроения» Янюшкиным Александром Сергеевичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. «В автореферате не полностью раскрыто обоснование выбранных методов быстрого прототипирования»; 2. «Представленные на рисунке 7 круглограммы не имеют какого-либо объяснения».

Отзыв из ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого», г. Великий Новгород, подписанный д.т.н., профессором, заведующим кафедрой промышленной энергетики Швецовым Игорем Васильевичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. «В автореферате не указано, с каким разрешением были сделаны 3D-картины поверхности образцов на АСМ»; 2. «По оформлению автореферата. В некоторых рисунках и формулах отличаются плохо символы в силу достаточно мелкого шрифта».

Отзыв из ФГБОУ ВО «Комсомольский – на – Амуре государственный технический университет», г. Комсомольск-на-Амуре, подписанный д.т.н., профессором кафедры «Технология машиностроения» Мокрицким Борисом Яковлевичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. «Ни во вводной части автореферата, ни при описании главы 1 не приведены ФИО ученых, которые занимаются аналогичными проблемами»; 2. «Смущают единицы измерений отклонений, приведенные по отношению к одному процессу».

Отзыв из ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева», г. Рыбинск, подписанный д.т.н., профессором кафедры «Мехатронные системы и процессы

формообразования имени С.С. Силина» Рыкуновым Александром Николаевичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. «Слишком кратко отмечены особенности планирования эксперимента, в связи с чем возникают вопросы к статистической обработке данных»; 2. «Представленная регрессионная модель зависимости параметра шероховатости R_a от технологических параметров процесса прототипирования, как и любая экспериментальная зависимость, имеет узкий диапазон применимости. В связи с чем необходимо указывать границы её надежного использования»; 3. «В автореферате не представлено обоснование выбора исследуемого диапазона угла выращивания – только углы от 0° до 12° »; 4. «Нет данных по оценке экономической эффективности работы».

Отзыв из ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», г. Иваново, подписанный д.т.н., профессором кафедры «Технология машиностроения» Полетаевым Владимиром Алексеевичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. «Автор для своих исследований выбрал слишком простые по конструкции пластины и втулки»; 2. «Замечания по терминологии. Автор часто переключается между терминами «прототипирования и «RP-технология»».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью в области прототипирования, технологии машиностроения и обработки материалов, наличием у них научных публикаций по данному направлению в ведущих рецензируемых научных изданиях, достаточной квалификации, позволяющей оценить научную новизну представленных на защиту результатов, их практическую ценность, обоснованность и достоверность полученных выводов. В качестве ведущей организации выбран ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ), так как в данном университете выполнен большой объем научных исследований, которые

связаны с изучением вопросов, рассматриваемых соискателем в его диссертационной работе.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем:

разработаны алгоритм и программа для ЭВМ прогнозирования параметров шероховатости поверхностей изделий, точности их форм и взаимного расположения в зависимости от угла выращивания, толщины слоя и материала изделия по методу 3SP;

получена регрессионная модель параметра шероховатости Ra от технологических параметров процесса прототипирования изделия;

доказана целесообразность применения в производственной практике установленных зависимостей и разработанных рекомендаций по изготовлению изделий с помощью технологии быстрого прототипирования.

Новые понятия **не вводились**.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана возможность управления параметром шероховатости Ra изделий путем совершенствования технологии быстрого прототипирования;

использованы существующие базовые методы исследований, применительно к выбранному оборудованию, а также стандартный математический аппарат для расчета зависимостей.

изложен и обоснован выбор объекта исследований, исходя из того, что повышение показателей качества изделий, изготовленных по технологии быстрого прототипирования, является одним из важнейших перспективных направлений развития машиностроения;

раскрыто влияние основных технологических параметров процесса быстрого прототипирования на показатели качества изделий (точность формы и взаимного расположения поверхностей и параметр шероховатости Ra);

изучены и проанализированы известные результаты исследований зарубежных и отечественных ученых, занимающихся повышением показателей качества и точности размеров изготавливаемых изделий;

проведен анализ литературных данных формирования шероховатости на изделиях, выращенных по технологии быстрого прототипирования.

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

разработаны технологические рекомендации по обеспечению параметров качества изделий, изготавливаемых по технологии быстрого прототипирования;

определены значения технологических параметров процесса прототипирования (угла выращивания и толщины слоя), при которых величина параметра шероховатости Ra и отклонения параметров точности минимальны;

разработан комплекс практических рекомендаций по обеспечению требуемых значений параметров шероховатости поверхности изделий, получаемых по методу 3SP.

Результаты, представленные в диссертационной работе Гусева Д.В., могут быть использованы ведущими предприятиями приборостроения, машиностроения, в авиационной и космической отрасли для повышения показателей качества изделий, изготовленных по технологии прототипирования.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

все экспериментальные работы проведены на современном сертифицированном оборудовании, использовано современное программное обеспечение, достоверность результатов работы подтверждается их воспроизводимостью в лабораторных и производственных условиях;

идея диссертационного исследования опирается на представленные в печати результаты исследований образцов, изготовленных по технологии быстрого прототипирования, а также на передовой опыт производственных предприятий, занимающихся формообразованием, отвечающим высоким требованиям по точности;

использованы основные положения технологии машиностроения и статистической обработки данных;

установлено качественное и количественное соответствие полученных автором результатов с результатами, представленными в научных работах других независимых источников по данной тематике.

Личный вклад соискателя состоит в: проведении и обработке результатов экспериментов, статистического моделирования, изложении результатов проведенных исследований и участии автора в подготовке публикаций результатов работы.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием плана исследований, основной идейной линии и соответствием поставленных задач и сформулированных выводов.

Диссертационный совет отмечает, что диссертация Гусева Дениса Витальевича является научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной научно-практической задачи, направленной на повышение показателей качества изделий, изготовленных по технологии быстрого прототипирования, имеющей важное значение для предприятий машиностроительной отрасли.

Работа соответствует критериям, установленным в разделе II Положения о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

На заседании 29 марта 2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Гусеву Д.В. ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 9 докторов наук по специальности 05.02.08, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» - 14, «против» - 2, недействительных бюллетеней – 2.

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Я поздравляю Вас от лица диссертационного совета с защитой, всего Вам
доброго, наилучших успехов.

Председатель диссертационного совета
д.т.н., профессор

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

29 марта 2019 г.



Табаков В.П.

Веткасов Н.И.