

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (ПНИПУ)»

614990, Пермский край, г. Пермь,
Комсомольский проспект, д.29,
тел. 8(342) 212-39-27,

В диссертационный совет при ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» 24.2.437.13

454080 г. Челябинск, проспект Ленина
пр. им. В.И. Ленина, 28, 76, ауд. 1007 ГУК

ОТЗЫВ официального оппонента,

доктора технических наук, профессора, профессора ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» Макарова Владимира Федоровича на диссертационную работу Гайста Сергея Валерьевича

«Обеспечение точности размеров, формы и шероховатости поверхностей корпусных деталей из стеклопластика с нежесткими стенками на операциях фрезерования на станках с ЧПУ», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6 «Технология машиностроения» (технические науки)

Общая характеристика работы

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова». Работа состоит из введения, четырех глав, общих выводов, списка литературы и 2 приложений. Общий объем составляет 175 страниц, в том числе: собственно текст диссертации 127 страниц, 2 приложения на 21 странице. Работа включает 77 рисунков и 31 таблицу, список литературы содержит 172 наименования.

Общие выводы соответствуют заявленным цели и задачам исследования и полностью характеризуют научную новизну и практическую значимость работы. Материалы диссертации изложены последовательно и стилистически грамотно с использованием принятой научной терминологией. Работа оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.11-2011. Автореферат работы соответствует содержанию диссертации и в полной мере отражает структуру, научные результаты и выводы диссертации.

Основные положения диссертации опубликованы в 25-ти печатных работах, из которых 4 - в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК РФ; получено три патента РФ на полезную модель и изобретение и одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Все опубликованные работы соответствуют теме и отражают основное содержание диссертации и дают основание считать, что диссертационная работа прошла достаточную апробацию.

В целом по объему и структуре диссертационная работа Гайста С.В. соответствует установленным требованиям ВАК к кандидатской диссертации по заявленной специальности 2.5.6 - «Технология машиностроения» (технические науки).

Актуальность диссертационной работы

Диссертационная работа Гайста С.В. посвящена решению проблемы обеспечения требуемых точности размера, формы и шероховатости обработанной поверхности при фрезеровании корпусных деталей из композиционных материалов с нежесткими стенками на основе разработки методики управления показателями качества, обоснованной анализом изучения особенности взаимодействия режущего инструмента с материалом заготовки. Приводимые в литературе значения режимов резания используются для узкого круга обрабатываемых материалов и не всегда

учитывают упругие свойства нежестких элементов заготовки. Так, рекомендуемые к использованию отраслевые стандарты и другие нормативы не учитывают новые виды стеклопластиков, что вызывает увеличение времени подготовки производства до 30-40% от общей трудоемкости.

Перспективным направлением сокращения времени поисковых исследований является использование методик имитационного моделирования процесса механической обработки. Однако использование известных методик расчета напряженно-деформированного состояния системы «инструмент - заготовка» затруднительно, так как они не позволяют в полной мере учесть анизотропию композиционных материалов, износ режущего инструмента и ряд других параметров.

В представленной работе автором установлены закономерности силового воздействия фрезы на поверхность тонкой стенки заготовки и формирования выходных параметров точности и шероховатости в процессе фрезерования заготовок из композиционных материалов.

Таким образом, **диссертационная работа С.В. Гайста является актуальной, так как отраженные в ней результаты имеют важное научное и прикладное значение.**

Основные научные результаты и их значимость для науки и производства

К основным **научным результатам**, полученным при выполнении диссертационной работы, необходимо отнести следующее:

1. Разработана модель формирования показателей качества обработанной поверхности при фрезерования корпусных заготовок из композиционного материала с нежесткими стенками, устанавливающая взаимосвязи и количественную оценку между физико-механическими свойствами обрабатываемого материала, составляющей силы резания в направлении деформации стенки и величиной деформации этой стенки с использованием метода конечных элементов и выражения зависимостей в безразмерной форме. Это позволило прогнозировать такие показатели качества поверхностей детали как точность размера, форма и шероховатость;

2. Экспериментально установлены взаимосвязи между режимами резания и составляющими силы резания, а так же шероховатостью обработанной поверхности с учетом износа режущего инструмента при фрезеровании корпусных заготовок из композиционного материала с нежесткими стенками;

3. Разработаны методика и алгоритм управления операцией фрезерования заготовок из композиционного материала с нежесткими стенками, использующая двухконтурный подход стабилизации деформации стенки с применением предложенной модели и методов поискового конструирования технических решений на основе адаптивного, обеспечивающая заданные показатели качества поверхности деталей при требуемой производительности;

4. Экспериментально обосновано обеспечение требуемых точности размера, формы и шероховатости при обработке корпусных заготовок из композиционного материала за счет динамической стабилизации величины деформации нежестких стенок при фрезеровании.

Основные результаты диссертации докладывались и обсуждались и получили положительную оценку на совместных научных семинарах кафедр «Технология автоматизированных производств» и «Общая технология машиностроения» АлтГТУ им. И.И. Ползунова (2014 по 2024 года), на XV- XXVI городской научно-практической конференции молодых ученых «Молодежь – Барнаулу» (Барнаул, 2014 г., 2024 г.), на I-ой Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы в машиностроении» (Новосибирск, 2014 г.), на VII Международной научно-практической конференции «Инновации в машиностроении – 2015» (Кемерово, 2019 г., 2023 г.), на XII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Экономика региона. Промышленная политика: теория и практика разработки и реализации» (Барнаул, 2015 г.), на VIII Международной научно-технической конференции «Наукоёмкие технологии на современном этапе развития машиностроения» (Москва, 2016 г.), на Международной научно-практической конференции

«Актуальные проблемы в машиностроении» (Новосибирск, 2016... 2024 года).

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в том, что разработана и реализована методика, а на её основе алгоритм управления показателями точности и шероховатости поверхности на операции фрезерования корпусных деталей с нежесткими стенками из стеклопластика, состоящая из контура прогнозирования погрешностей, возникающих вследствие упругих деформаций заготовки под действием силы резания и контура адаптивного управления, обеспечивающего компенсацию влияния изменения жесткости заготовки при обработке, а также нестабильности физико-механических свойств обрабатываемого материала, путем изменения режимов резания, в частности, подачи. Предложены способы адаптивного управления величиной упругих деформаций при фрезеровании корпусных деталей из стеклопластика за счет постоянной оценки силы резания, позволяющие обеспечить следующие технические требования: точность размера, точность формы (отклонение от плоскостности); шероховатость; отсутствие прижогов. Практическая значимость результатов диссертации подтверждается внедрением на ООО «Станкоцентр Перун», ожидаемый экономический эффект от внедрения составляет более 159 тысяч рублей (программа выпуска 2500 штук в год).

Таким образом, полученные в ходе выполнения диссертационной работы научные результаты обладают научной новизной и имеют значение для науки и производства.

Достоверность научных положений, результатов и выводов

Теоретические исследования проводились на базе научных основ технологии машиностроения, теории резания, теории упругости анизотропного тела, имитационного моделирования. Экспериментальные результаты получены с использованием современного аналитического оборудования. Достоверность результатов расчетов проверялась экспериментально в производственных и лабораторных условиях с использованием современной измерительной техники (сертифицированной и поверенной).

Достоверность научных положений, результатов и выводов, приведенных в диссертационной работе, обеспечивается грамотным использованием теоретических методов при построении математических моделей, обоснованностью принятых допущений. Адекватность полученных результатов подтверждена экспериментальной проверкой и результатами внедрения в производство.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Результаты диссертационной работы, выполненной Гайстом С.В., могут быть использованы при проектировании технологического процесса обработки композиционного материала на фрезерных станках с ЧПУ. В частности, при назначении режимов обработки, оценки выбранных способов обеспечения выходных параметров (точность размера, точность формы, шероховатость обработанной поверхности, износа инструмента).

Кроме того, результаты диссертационной работы могут быть рекомендованы для использования в учебном процессе в научнообразовательных учреждениях, научных организациях, ориентированных на разработку операций фрезерования композиционного материала.

По диссертационной работе Гайста С.В. имеются следующие замечания:

1. В названии работы не отражено - на основе чего обеспечивается точность поверхностей корпусных деталей из стеклопластика.
2. В работе не рассмотрен механизм и динамика процесса стружкообразования, т.е. взаимодействия режущего клина инструмента со связующим материалом и стекловолокном. Какой вид имеет разрушение стеклопластика. Не выяснена природа деламинации поверхностного слоя, обычно возникающая после фрезерования - вырывы волокон, трещины, локальные разрушения поверхности, влияние дефектов на снижение прочности стеклопластика.
3. При изучении износа зубьев фрезы не приведена методика измерения радиусов округления режущих кромок концевой фрезы, при этом не учитывался износ по задней поверхности зубьев;

4. При рассмотрении направления действия составляющих силы резания (схема на рис.2.4.диссертации) непонятно - от каких зубьев концевой фрезы - торцевых или периферийных и как действуют эти силы.

5. Целесообразность проведения дробно-факторного планирования эксперимента вызывает сомнения перед полным факторным экспериментом 2^3 , где проводится всего восемь опытов, кроме того, здесь не учитывается влияние вибрации, температуры и упругие деформации элементов технологической системы на выходные показатели обработанной поверхности.

6. Из диссертации не понятно, каким образом на практике были определены параметры звеньев системы адаптивного управления используемые для моделирования.

7. В диссертации не раскрыта практическая реализация предложенной системы адаптивного управления силами резания. Не приложены акты практической реализации результатов работы.

Отмеченные замечания не снижают научной и практической значимости работы, выполненной на достаточном научном уровне с использованием современных средств и методов.

Заключение

Представленная к защите диссертация Гайста Сергея Валерьевича «Обеспечение точности размеров, формы и шероховатости поверхностей корпусных деталей из стеклопластика с нежесткими стенками на операциях фрезерования на станках с ЧПУ» является завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержится научно обоснованное решение важной практической задачи установления закономерностей взаимодействия формообразующих элементов фрезы с физико-механическими свойствами материала заготовки и формирования выходных параметров процесса фрезерования заготовок из композиционных материалов. Автореферат и публикации в научных изданиях подробно отражают содержание диссертационной работы. Выводы по диссертации являются полными, логичными и научно обоснованными.

Работа соответствует формуле и направлениям исследований п.п.3, 7 и 8, определенным в паспорте научной специальности 2.5.6 «Технология машиностроения» (технические науки).

Диссертационная работа «Обеспечение точности размеров, формы и шероховатости поверхностей корпусных деталей из стеклопластика с нежесткими стенками на операциях фрезерования на станках с ЧПУ» по своему содержанию, объёму, актуальности, научной и практической значимости соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, определенным в п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» №842 от 24.09.2013, а ее автор Гайст Сергей Валерьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6 «Технология машиностроения» (технические науки).

Официальный оппонент:

Макаров Владимир Фёдорович

В.И. Макаревич 10.09.2015

Доктор технических наук, профессор ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», зам. заведующего кафедрой «Инновационные технологии машиностроения». Специальность 05.03.01 - Процессы механической и физико-технической обработки, станки и инструмент.

Адрес: 614990, Россия, г. Пермь, Комсомольский пр., 29. Тел.: (342) 2198236, адрес электронной почты makarow@pstu.ru

Подпись доктора технических наук,
профессора Макарова В.Ф.

Завещаю:

Ученый секретарь Ученого совета ПНИПУ,
кандидат исторических наук, доцент



В.И.Макаревич.