

Ученому секретарю
диссертационного совета 24.2.332.01,
при ФГБОУ ВО «Московский
государственный технологический
университет «СТАНКИН»,
к.т.н., Сотовой Екатерине Сергеевне

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы **Блохина Дмитрия Андреевича «
Разработка метода определения погрешностей перемещений узлов фрезерных станков с числовым программным управлением с физической имитацией рабочей динамической нагрузки»**, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

Актуальность работы

Диссертационная работа Блохина Дмитрия Андреевича посвящена исследованию точности ответственных узлов фрезерных станков на основе разработанного достоверного метода, определения погрешностей перемещений. А также предложенного алгоритма исследования динамических характеристик при одновременном приложении имитационной нагрузки к несущей системе станка.

В работе определено и предложено решение актуальной научно-практической задачи обеспечения и контроля точности и вибрационной устойчивости узлов фрезерных станков с ЧПУ в условиях переменной жесткости подвижных соединений. Изменение жесткости узлов станков при изнашивании для разных условий нагружения может приводить к возникновению микро перемещений достаточно больших амплитуд, что соответственно значительно влияет на качество изготовления изделий. Решение данной научно-практической задачи для станков с ЧПУ известных конструкций узлов, а также инновационной конструкции малогабаритного фрезерного станка потребовало проведения глубоких теоретических и экспериментальных исследований.

Таким образом, можно заключить, что тема диссертации: «Разработка метода определения погрешностей перемещений узлов фрезерных станков с числовым программным управлением с физической имитацией рабочей динамической нагрузки» однозначно, является актуальной.

Научная новизна работы

1. Заключается в разработанном методе измерения динамической характеристики станка при круговом движении в рабочей зоне с реализацией силового воздействия в виде вращающегося вектора сил за счет вращения неуравновешенной массы (патент РФ № 2794584).

2. В доказанном позиционно-зависимом различии между точностью позиционирования и перемещений, измеренных в квазистатическом и в нагруженном состоянии упругой системы станка.

Теоретическая значимость работы заключается:

В разработанном методе определения точности перемещений станка, в условиях имитирующих процесс обработки изделий. В установлении взаимосвязи между

динамической нагрузкой, имитирующей силы резания и точностью, перемещений элементов несущей системы металлорежущих станков с ЧПУ, с учетом локального износа шарико-винтовых передач (ШВП) и направляющих.

Практическая значимость работы состоит:

1. В разработанном методе определения точности перемещений станка в ходе круговых и прямолинейных рабочих перемещений конкретной единицы оборудования в текущий момент времени, с учетом действующей программной коррекции, примененных вибродемпфирующих устройств и состояния ШВП и направляющих;
2. В разработанном устройстве для моделирования динамической нагрузки, возникающей в процессе фрезерования, по подобию параметров амплитуды и частоты вынужденных колебаний, что позволяет определять предельные режимы резания конкретной единицы оборудования;
3. В разработанных рекомендациях, по расчету частоты вращения, эксцентриситета и массы дисбаланса вибрационного возбудителя со статически неуравновешенным ротором для физической имитации сил резания;
4. В предложенной конструкции специального малогабаритного фрезерного станка объектного базирования и обеспечения жесткости его конструкции за счет увеличения жесткости направляющих и ШВП.

Достоверность и обоснованность научных результатов.

Автором получены научные результаты с использованием современных методов и средств исследований, на основе применения измерительных приборов высокой точности, что подтверждается согласованием расчетных результатов с результатами экспериментальных исследований в лабораторных и производственных условиях. Научные положения, выводы и рекомендации диссертационной работы, опираются на полученные фактические данные. И представлены в приведенных рисунках и таблицах диссертации.

По теме диссертационного исследования опубликовано 10 научных работ, в том числе 6 статей в рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК РФ. Получен 1 патент РФ на изобретение «Способ диагностики точности металлорежущего станка под нагрузкой».

Несмотря на общую положительную оценку работы, при прочтении автореферата возникли некоторые замечания.

В автореферате приведены результаты по определению погрешности перемещений узлов фрезерных станков с ЧПУ и вибрационной устойчивости их несущей системы, однако в тексте автореферата отсутствуют достигнутые показатели качества, характеризующие точность изготовления деталей при фрезеровании, например: допуск и отклонение от цилиндричности отверстия или допуск и отклонение плоскостности поверхности.

Указанные замечания не снижают практической и научной значимости работы. Представленная диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, которая имеет важное теоретическое и практическое значение для отечественного станкостроения.

Анализ автореферата позволяет сделать вывод, что диссертационная работа **Д.А. Блохина** выполнена на высоком теоретическом уровне, имеет практическую значимость, соответствует критериям, которым должна соответствовать диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, требованиям п. 9-11, 13, 14 «Положения о

порядке присуждения ученых степеней на соискание ученой степени кандидата технических наук», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 года № 842, и предъявляемым требованиям к диссертациям по специальности 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (технические науки).

По степени новизны, актуальности, объему исследований, теоретической и практической значимости полученных результатов диссертация соответствует требованиям «Положения...» ВАК РФ, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор **Блохин Дмитрий Андреевич** заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Отзыв составил: Хоботов Александр Ильич
к.т.н. (специальность 05.02.08 Технология машиностроения), доцент, доцент кафедры «Технических систем и робототехники», Забайкальский государственный университет, г. Чита

672039, РФ, Забайкальский край, г. Чита.

ул. Александро-Заводская, 30

Тел.: 8 914 456 1329

E-mail: xobotov.a@mail.ru

А.И. Хоботов



Учёному секретарю диссертационного совета
24.2.332.01, созданного на базе ФГБОУ ВО
«МГТУ «СТАНКИН»» Сотовой Е.С.
127994, ГСП-4, г. Москва, Вадковский пер., д. 1.

ОТЗЫВ

на автореферат Блохина Дмитрия Андреевича
на тему «Разработка метода определения погрешностей перемещений узлов
фрезерных станков с числовым программным управлением с физической
имитацией рабочей динамической нагрузки»
по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической
и физико-технической обработки

Точность металлорежущих станков являются одним из наиболее важных параметров, оказывающих влияние на точность изготовления деталей и изделий в целом. При этом наибольший интерес представляет точность оборудования при перемещении его узлов, то есть в процессе обработки, однако в современных условиях не всегда имеется метод определения и повышение достоверности результатов определения погрешностей перемещений узлов. Поэтому цель работы – повышение достоверности результатов определения погрешностей перемещений узлов фрезерных станков с ЧПУ и определение эффективности методов повышения их виброустойчивости за счет приложения динамической нагрузки, имитирующей силовые явления при фрезеровании, является актуальной.

Особую ценность представляет разработанное устройство для моделирования динамической нагрузки, возникающей в процессе фрезерования, позволяющее определять предельные режимы резания и предложенная конструкция специального малогабаритного фрезерного станка объектного базирования.

Автореферат написан хорошим техническим языком, насыщен поясняющими графиками, отражает логику и результаты выполненной работы, при этом по автореферату можно отметить следующие замечания:

1. Выводы по 3 главе носят общий характер, не позволяющие оценить результат проделанной работы. Требуется пояснений.

2. В четвертой главе предложен метод оценки эффективности вибродемпфирования на фрезерных станках с ЧПУ, а также даны рекомендации по проектированию приводов и модернизации специальных станков, суть которых не раскрыта.

3. Целью работы является повышение достоверности результатов определения погрешностей перемещений узлов фрезерных станков, однако не ясно на сколько она повысилась.

4. Исследована точность позиционирования и перемещений упругой системы станка. Значительное влияние на качество обработки оказывает жесткость станка, но не представлены результаты их влияния на качество обработки, что несомненно повысило бы ценность работы.

Диссертация на тему «Разработка метода определения погрешностей перемещений узлов фрезерных станков с числовым программным управлением с физической имитацией рабочей динамической нагрузки», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, является научной квалификационной работой и соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям (пп. 9-11, 13, 14 «Положение о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г.), а ее автор Блохин Дмитрий Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Проректор по научной работе государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Альметьевский государственный нефтяной институт», доктор технических наук, доцент

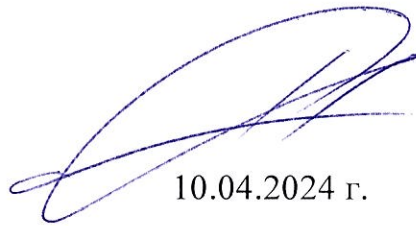
423450, Республика Татарстан, г. Альметьевск, ул. Ленина, д. 2

Тел. 8(8553) 31-00-04,alni@rambler.ru, info@agni-rt.ru

e-mail: rechenko-denis@mail.ru.

научная специальность 05.02.07 – Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки.

Я, Реченко Денис Сергеевич, даю своё согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.



Денис Сергеевич Реченко

10.04.2024 г.



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Блохина Дмитрия Андреевича** на тему: «Разработка метода определения погрешностей перемещений узлов фрезерных станков с числовым программным управлением с физической имитацией рабочей динамической нагрузки», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

Диагностика и контроль технологического оборудования – наиболее эффективный путь повышения надежности, точности и стабильности станочных систем. Особенно актуальна проблема становится при использовании многокоординатных станков с числовым программным управлением. Оценка точности перемещений узлов станков под динамической нагрузкой – задача сложная и востребованная. В связи с вышесказанным, тема исследования является актуальной.

Согласно материалам, представленным в автореферате, автором предложены пути повышения достоверности результатов определения погрешностей перемещений узлов фрезерных станков с ЧПУ.

Следует отметить, что диссертант проанализировал известные решения по поставленной проблеме и грамотно использовал разнообразные методы исследований, которые дают четкое представление об отдельных положениях и диссертационной работе в целом.

Научную новизну работы характеризует разработанный метод определения точности перемещений станка в условиях, имитирующих процесс обработки, позволяющем установить взаимосвязь между динамической нагрузкой, имитирующей силы резания, и точностью перемещений элементов несущей системы металлорежущих станков с числовым программным управлением с учетом локального износа шарико-винтовых передач и направляющих.

Практическая ценность работы заключается в разработанном устройстве для моделирования динамической нагрузки, возникающей в процессе фрезерования, по подобию параметров амплитуды и частоты вынужденных колебаний, позволяющее, в том числе, определять предельные режимы резания конкретной единицы оборудования.

Достоверность результатов исследований не вызывает сомнений, так как они достаточно апробированы и реализованы на практике.

В то же время, в качестве замечаний, следует отметить:

- из автореферата не ясно, проводились ли испытания для иных типов оборудования, кроме фрезерных станков;
- в автореферате отсутствует четкое обоснование выбора для исследования марок инструментального и обрабатываемого материалов;
- в автореферате нет данных о повторяемости экспериментально измеренных значений.

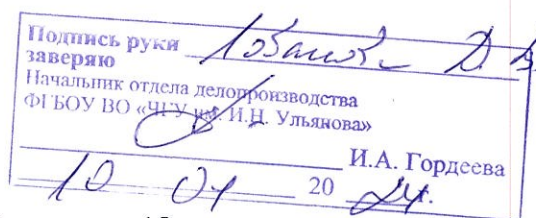
Указанные замечания не снижают ценности работы в целом. Она создает впечатление законченного научного исследования, выполненного на высоком научно-техническом уровне, и соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор, Блохин Дмитрий Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Доктор технических наук (05.02.01)
«Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»), доцент,
заведующий кафедрой «Технология машиностроения»
ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова»



Лобанов

Лобанов Дмитрий Владимирович



Почтовый адрес: 428015, Россия, Чебоксары, Московский проспект, 15,
ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова»,
кафедра «Технология машиностроения»
e-mail: lobanovdv@list.ru контактный телефон: 89083034745

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Блохина Дмитрия Андреевича

"Разработка метода определения погрешностей перемещения узлов фрезерных станков с числовым программным управлением с физической имитацией рабочей динамической нагрузки", представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

Точность изготовления деталей в значительной мере зависит от погрешностей металлорежущего оборудования. Это касается любых станков и, в том числе, фрезерных станков с ЧПУ. В то же время, износ оборудования при его эксплуатации приводит к повешению погрешностей перемещения его узлов и приводит к снижению точности получаемых размеров деталей. Изменение жесткости оборудования при его эксплуатации может также существенно повлиять и на шероховатость получаемых поверхностей деталей за счет повышения вибраций в технологической системе.

Измерение погрешностей на холостом ходу (без нагрузки в виде силы резания) практически не позволяет выполнить анализ точности оборудования, а аттестацию и измерение погрешностей в процессе обработки достаточно сложно осуществить. В связи с этим, исследования, направленные на разработку методов определения погрешностей перемещения узлов фрезерных станков с имитацией рабочей динамической нагрузки, являются актуальными и своевременными.

Автором разработана оригинальная конструкция источника вынужденных колебаний для имитации рабочей нагрузки при фрезеровании деталей на станках с ЧПУ. Конструкция позволяет не только менять частоту и амплитуду нагружения, но и за счет использования системы числового программного управления самого станка анализировать влияние вибраций при различных траекториях перемещения стола. Это дает возможность построить карты виброперемещений и/или круговые диаграммы вынужденных колебаний и оценить степень точности оборудования.

Оригинально решены и проблемы изменения вибраций. Использование телескопического датчика гарантирует адекватность получаемых данных об амплитуде вибраций в технологической системе. Для снижения этих вибраций автор предлагает использование демпфирующих элементов и доказывает их эффективность. С учетом предложенных методик разработана конструкция малогабаритного фрезерного модуля.

В этом плане научная новизна и теоретическая значимость работы не вызывают сомнения. Разработанная методика физической имитации рабочей динамической нагрузки и примеры ее приложения свидетельствуют о практической значимости исследований.

Особо необходимо отметить значительное количество публикаций, в том числе и в изданиях, рецензируемых ВАК РФ. Интеллектуальные решения защищены патентом на изобретение.

По содержанию автореферата имеются следующие вопросы:

1. Из автореферата неясно, что представляет собой вибродемпфер (рисунок 11 автореферата) и какими параметрами он характеризуется.

2. Непонятно также проверялось ли соответствие по частотным характеристикам реальных нагрузок при фрезеровании и нагрузок от источника вынужденных колебаний.

Указанные замечания не снижают научной и практической ценности работы. В целом она соответствует требованиям п. 9-11, 13, 14 "Положения о присуждении ученых степеней", предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор - Блохин Дмитрий Андреевич - заслуживает присвоения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный
технический университет им. И.И. Ползунова»
(656038, Алтайский край, г. Барнаул, пр. Ленина, 46,
ауд. 266 гл.к., 8(3852290894)
agtu-otm2010@mail.ru)

Доктор технических наук, профессор,
05.02.08 – "Технология машиностроения",
профессор каф. «Технология
машиностроения»

Леонов Сергей Леонидович



Судящее заверяю:

Л.П.С.

Левин А.А. Леукошова

15.04.2020

Ученому секретарю
диссертационного совета 24.2.332.01, при
ФГБОУ ВО «Московский государственный
технологический университет «СТАНКИН»,
к.т.н., Сотовой Екатерине Сергеевне

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Блохина Дмитрия Андреевича на тему:
«Разработка метода определения погрешностей перемещений узлов фрезерных станков с числовым программным управлением с физической имитацией рабочей динамической нагрузки», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

Актуальность работы

Из автореферата следует, что диссертационная работа Блохина Дмитрия Андреевича представляет собой законченную работу и посвящена исследованию точности ответственных узлов фрезерных станков на основе разработанного автором достоверного метода, определения погрешностей перемещений. В работе предложен и апробирован алгоритм исследования динамических характеристик при одновременном приложении имитационной нагрузки к несущей системе станка.

В работе решена актуальная научно-практическая задача обеспечения и контроля точности и вибрационной устойчивости узлов фрезерных станков с ЧПУ.

К наиболее значимым результатам, достигнутым автором, следует отнести разработанный метод измерения динамической характеристики станка при круговом движении в рабочей зоне с реализацией силового воздействия в виде вращающегося вектора сил за счет вращения неуравновешенной массы. А также в доказанном позиционно-зависимом различии между точностью позиционирования и перемещений, которые измерены при переменной жесткости ответственных узлов упругой системы станка.

Переменная жесткость узлов фрезерного станка вследствие изнашивания вызывает возникновение микро перемещений, а именно приводит к увеличению динамической погрешности, которая значительно влияет на качество изготовления изделий. Таким образом, решение задачи определения текущей точности фрезерных станков, на основе разработанного метода определения погрешностей представляет собой актуальную научно практическую задачу. Выбранная тема диссертации: «Разработка метода определения погрешностей перемещений узлов фрезерных станков с числовым программным управлением с физической имитацией рабочей динамической нагрузки» является актуальной.

Теоретическая значимость работы заключается в установлении взаимосвязи между динамической нагрузкой, имитирующей силы резания и точностью, перемещений элементов несущей системы металлорежущих станков с ЧПУ, с учетом локального износа шарико-винтовых передач (ШВП) и направляющих на основе разработанного метода определения точности, в условиях имитирующих процесс обработки изделий.

Практическая значимость работы состоит в разработанном методе определения точности перемещений станка в ходе круговых и прямолинейных рабочих перемещений конкретной единицы оборудования в текущий момент времени, с учетом действующей программной коррекции, примененных вибродемпфирующих устройств и состояния ШВП и направляющих; **в разработанном устройстве** для моделирования динамической нагрузки, возникающей в процессе фрезерования, по подобию параметров амплитуды и частоты вынужденных колебаний, что позволяет определять предельные режимы резания конкретной единицы оборудования; **в разработанных рекомендациях**, по расчету частоты вращения, эксцентриситета и массы дисбаланса вибрационного возбудителя со статически

неуравновешенным ротором для физической имитации сил резания; **в предложенной конструкции** специального малогабаритного фрезерного станка объектного базирования и обеспечения жесткости его конструкции за счет увеличения жесткости направляющих и ШВП.

Достоверность и обоснованность научных результатов.

Научные результаты получены с использованием современных методов и измерительных приборов высокой точности. Проверка на адекватность подтверждается сходимостью результатов расчета с результатами экспериментальных исследований. Основные научные положения, заключение и рекомендации в работе получены на основе глубоких теоретических и экспериментальных исследований и представлены в приведенных рисунках и таблицах диссертации.

По теме диссертационного исследования опубликовано 10 научных работ, в том числе 6 статей в рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК РФ. Получен 1 патент РФ на изобретение «Способ диагностики точности металлорежущего станка под нагрузкой».

К замечанию при прочтении автореферата можно отнести, то что в тексте автореферата отсутствуют примеры расчетной частоты и амплитуды источника вынужденных колебаний при которой возникает эффект резонанса несущей системы фрезерного станка.

Указанные замечания не снижают научной и практической значимости работы. Диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, которая имеет важное теоретическое и практическое значение для машиностроительного производства.

Диссертационная работа **Д.А. Блохина** выполнена на высоком теоретическом уровне, имеет практическую значимость, соответствует критериям, которым должна соответствовать диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, требованиям п. 9-11, 13, 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней на соискание ученой степени кандидата технических наук», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 года № 842, и предъявляемым требованиям к диссертациям по специальности 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (технические науки).

По степени новизны, актуальности, объему исследований, теоретической и практической значимости полученных результатов диссертация соответствует требованиям «Положения...» ВАК РФ, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор **Блохин Дмитрий Андреевич** заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Отзыв составил: Ильиных Виктор Анатольевич
д.т.н. (специальность 2.5.2. Машиноведение), доцент, доцент кафедры «Прикладная механика и математика», Забайкальский институт железнодорожного транспорта, г. Чита

672040, РФ, Забайкальский край, г. Чита,

ул. Магистральная, 11

Тел.: 8 914 490 24 26

E-mail: ilinykh.viktor5@mail.ru

Ильиных В.А.





МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет ИТМО»
(Университет ИТМО)

Кронверкский пр-т, д. 49, лит. А,
Санкт-Петербург, Россия, 197101
Тел.: (812) 480-00-00 | Факс: (812) 232-23-07
od@itmo.ru | itmo.ru

Ученому секретарю
диссертационного совета 24.2.332.01
ФГБОУ ВО «МГТУ «Станкин»»

№ _____

127994, ГСП-4, г. Москва, Вадковский пер., д.1

Отзыв на автореферат диссертационной работы

Блохина Дмитрия Андреевича

на тему **«Разработка метода определения погрешностей перемещений узлов фрезерных станков с числовым программным управлением с физической имитацией рабочей динамической нагрузки»**, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (технические науки)

Представленный автореферат диссертационной работы посвящен описанию подходов к диагностике вибраций фрезерных металлорежущих станков с числовым программным управлением. Тема исследования приобретает особую актуальность для ракетостроительных предприятий, поскольку контроль точности перемещений и вибрации в процессе резания являются важными задачами при изготовлении подкрепленных несущих баковых конструкций ракет-носителей с задачей обеспечения минимально возможного допуска на толщину оребренных поверхностей.

В диссертационной работе проведен анализ параметров, влияющих на точность, виброустойчивость и динамику процесса фрезерования концевыми

фрезами. Автором проведены сравнительные испытания точности металлорежущих станков с ЧПУ под нагрузкой и в холостом режиме. Испытания проведены с помощью распространенных в промышленности приборов.

Автором разработаны нагрузочное устройство и схемы измерения, позволяющие определить параметры точности и виброустойчивости металлорежущего станка как при движении узлов, так и после их полной остановки. Полезным инструментом анализа являются разработанные автором алгоритмы визуализации карты распределения виброперемещений стола фрезерного станка под действием периодической нагрузки различной величины.

Интерес также представляет запатентованный способ измерения динамических характеристик исполнительных органов станка при круговых движениях под действием нагрузки и графическое представление результатов измерений, что повышает удобство проведения анализа динамических характеристик.

Важным и полезным направлением работы диссертанта являются исследования в области обеспечения работоспособности и виброустойчивости малогабаритных фрезерных станков объектного базирования. Обоснованная возможность практического использования таких станков для фрезерования зон сварных швов топливных баков открывает большие перспективы дополнительного существенного снижения «сухого» веса несущих конструкций ракет-носителей.

К сожалению, по результатам анализа текста автореферата можно отметить несколько замечаний:

1. Анализ схемы нагружения станка показывает, что при работе устройства имитирующего силы резания кроме горизонтальных составляющих сил возникают в том числе и опрокидывающие моменты. Из текста автореферата не ясно как могут быть учтены характеристики этих моментов при моделировании сил резания.

2. Для одного из важных направлений использования предлагаемых вибродемпфирующих устройств в составе малогабаритных станков объектного

базирования не приведены количественные характеристики процесса виброгашения.

Тем не менее, указанные замечания не снижают общей положительной оценки работы. Метод исследования динамических характеристик станка, предложенный автором имеет научную новизну и вполне может приносить практическую пользу.

В целом, представленная диссертационная работа является законченным научно-исследовательским трудом. Работа отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (технические науки).

Доктор технических наук, профессор,
Директор Научно-исследовательского центра технологий контроля качества ракетно-космической техники

Прохорович Владимир Евгеньевич

Телефон: +7 (911) 942-97-45
e-mail: ve-pro@yandex.ru

Наименование организации: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»

Почтовый адрес организации: 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49

Телефон: +7 (812) 232-23-07

Адрес электронной почты: od@mail.ifmo.ru

подлинность подписи Прохоровича В.Е. заверяю

менеджер ОМС
Виноградова А. А.
02.05.2024



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Блохина Дмитрия Андреевича
«Разработка метода определения погрешностей перемещений узлов фрезерных станков с числовым программным управлением с физической имитацией рабочей динамической нагрузки»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

Диссертационная работа Д.А. Блохина посвящена разработке и внедрению методов и устройств для обеспечения точности и надежности металлорежущих станков с ЧПУ в условиях динамических нагрузок и износа, а также исследованию динамических характеристик этих станков для улучшения их производительности и стабильности.

Актуальность темы. В ходе эксплуатации станков возникает износ, часто локализованный в определенных зонах. Это влияет на точность обработки и виброустойчивость, что, в свою очередь, влияет на качество конечного продукта. Работа направлена на решение этой проблемы, что является критически важным для промышленного производства.

Цель работы состоит в том, чтобы найти более точные способы измерения ошибок в перемещении деталей фрезерных станков с числовым программным управлением (ЧПУ) и оценить, насколько эффективно можно повысить их устойчивость к вибрациям, используя нагрузку, которая имитирует силы, возникающие при фрезеровании.

Для достижения этой цели работа ставит задачи по разработке новых методов определения точности перемещений узлов станков, исследованию динамических характеристик и разработке алгоритмов для проведения экспериментальных исследований, которые позволят оценить точность в условиях приложения динамических нагрузок.

Работа также стремится разработать практические рекомендации для повышения точности и виброустойчивости, учитывая возможный износ и его влияние на точность перемещений в процессе обработки.

Научная новизна данной работы заключается в следующих ключевых аспектах:

1. Разработан новый метод измерения динамической характеристики станка. Этот метод включает применение силового воздействия в виде вращающегося вектора сил, получаемого за счет вращения неуравновешенной массы. Данный подход позволяет измерить динамические характеристики станка при имитации рабочей нагрузки, что является уникальным и запатентованным (получен патент RU № 2794584 от 12.04.2022).

2. Определены различия между точностью в квазистатических и нагруженных состояниях. Работа выявляет позиционно-зависимые различия между точностью, измеренной в квазистатических условиях, и точностью в условиях, приближенных к реальным. Это позволяет более точно оценивать характеристики станка и учитывать износ несущей системы.

Практическая значимость работы. Создано устройство для моделирования динамической нагрузки, позволяющее воспроизводить динамические нагрузки, характерные для фрезерования, что даёт возможность оценить поведение станка под нагрузкой, определить границы режимов резания и протестировать устойчивость оборудования в различных условиях.

На основе полученных результатов разработаны рекомендации по улучшению точности, повышению виброустойчивости и оптимизации режимов обработки. Это может быть использовано промышленными предприятиями для повышения производительности и качества изделий, а также для продления срока службы оборудования. Кроме того, результаты исследований могут использоваться в образовательных программах для подготовки специалистов в области машиностроения и технологии обработки металлов.

Достоверность работы определяется несколькими ключевыми факторами:

1. Использование современных методов исследований. Работа опирается на признанные и широко применяемые в научном сообществе методы, такие как физическое моделирование, теоретические и экспериментальные исследования, а также применение передовых методов измерения и анализа данных.

2. Высокая точность измерительных приборов. Использование точных измерительных инструментов, таких как лазерный интерферометр, приборы для измерения отклонений от окружности, виброанализаторы и динамометры, обеспечивает достоверность получаемых данных.

3. Согласование расчетных и экспериментальных результатов. Результаты работы подтверждаются экспериментальными исследованиями, которые проводились в лабораторных и производственных условиях. Согласование теоретических расчетов с экспериментальными данными указывает на высокую степень достоверности.

4. Использование специального программного обеспечения (Origin pro) для обработки экспериментальных данных.

5. Многократное тестирование и повторяемость результатов. Повторяемость результатов и их подтверждение в ходе различных экспериментов и испытаний являются важным критерием достоверности. Если результаты работы могут быть воспроизведены, это свидетельствует о их надежности.

6. Апробация на научных конференциях и публикации в рецензируемых журналах. Представление работы на научных конференциях и публикация в журналах, входящих в перечень ВАК, подтверждает достоверность работы, так как это указывает на признание научным сообществом.

Таким образом, достоверность работы обеспечивается сочетанием точных методов исследований, надежных измерительных приборов, согласования теоретических и экспериментальных результатов, использованием проверенного программного обеспечения, многократным тестированием и подтверждением в научном сообществе через публикации и апробацию на конференциях.

Вопросы и замечания и по автореферату:

1. Проводилось ли аналитическое моделирование системы в пакете MATLAB или Maple прилагаемой динамической нагрузки и ее влияния на точность позиционирования рабочего органа?
2. Каким образом осуществлялся выбор электродвигателя для создания динамической нагрузки, как осуществлялось управление им?
3. Чем обусловлен выбор силового инерционного воздействия в 100 Н, 300 Н и 500Н на рисунке 9 (стр.14)?
4. Одним из недостатков вибродемпфера с тонкими пластинами является износ с течением времени в результате постоянного трения между пластинами. Какой прогноз по срокам замены может дать автор?

5. Как определить для имитационной модели порог усилия, ниже которого колебания при движении в условиях нагружения по амплитуде отличаются незначительно от колебаний в неподвижном состоянии?
6. В методах исследования говорится о применении теории колебаний, теоретической механики, теории резания металлов, однако, в автореферате присутствуют лишь две зависимости (стр.9), которые не отражают всю теоретическую глубину исследований.
7. Позиции 5 и 6 на рисунке 2 (стр.8) не раскрыты в тексте.

Замечания не снижают положительную оценку работы и ее актуальность.

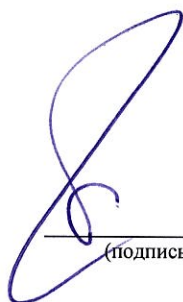
Принимая во внимание актуальность выполненных теоретических и практических исследований, их научную новизну и значимость полученных результатов считаю, что данная диссертация является законченной научно-квалификационной работой, соответствующей паспорту специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Работа удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям (п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней»), а ее автор, Дмитрий Андреевич Блохин, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Согласны на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Доктор техн. наук по специальности
05.02.08 (2.5.6) –

«Технология машиностроения»,
профессор, заслуженный работник
высшей школы РФ, заслуженный
деятель науки и техники Республики
Крым, заведующий кафедрой
«Технология машиностроения»



(подпись)

Братан Сергей Михайлович

Кандидат техн. наук по специальности
05.13.18 – «Математическое

моделирование, численные методы и
комплексы программ», доцент кафедры
«Цифровое проектирование»



(подпись)

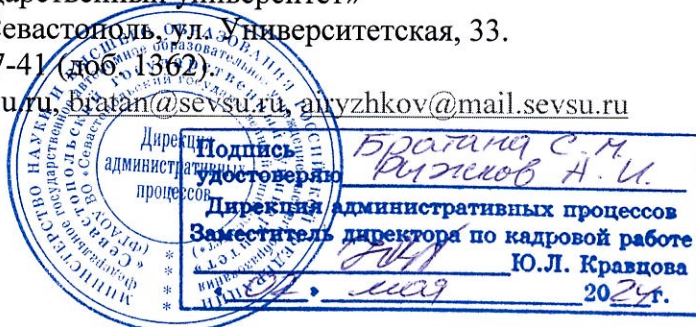
Рыжков Александр Игоревич

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет»

Почтовый адрес: 299053, Россия, г. Севастополь, ул. Университетская, 33.

Контактный телефон: +7 (8692) 41-77-41 (доб. 1362)

Адрес электронной почты: info@sevsu.ru, bratan@sevsu.ru, aryzhkov@mail.sevsu.ru



Ученому секретарю диссертационного совета,
к.т.н. Сотовой Е.С., ФГБОУ ВО «СТАНКИН»
127994, г. Москва, ГСП-4, Вадковский пер. д.1

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы **Блохина Дмитрия Андреевича** на тему «Разработка метода определения погрешностей перемещений узлов фрезерных станков с числовым программным управлением с физической имитацией рабочей динамической нагрузки», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

Тема исследования, проведенного в представленной диссертационной работе актуальна, так как вибрация в процессе эксплуатации металлорежущих станков с ЧПУ зачастую является фактором, ограничивающим производительность технологического процесса и качество получаемых поверхностей. Определение запаса виброустойчивости конкретного станка в ходе программируемых перемещений его узлов в различных зонах является важной и актуальной задачей машиностроения, особенно при обработке крупногабаритных деталей.

Автором проведен обширный обзор работ отечественных и зарубежных исследователей по методам диагностики точности станочных систем и вибрации в процессе фрезерования. Проведено сравнение методов диагностирования, применяемых в настоящее время на предприятиях промышленности, даны рекомендации по областям их применения в ходе оценки динамических параметров оборудования.

В рассматриваемой работе автором решена научно-производственная задача реализации метода оценки текущего состояния металлорежущего фрезерного оборудования с учетом динамической нагрузки, возникающей в процессе фрезерования. Решением поставленных задач является подход к испытаниям показателей станка с использованием нагрузки, которая имитирует силы, возникающие при фрезеровании. Разработанный подход имеет практическую пользу и научную новизну, поскольку позволяют дать более обоснованные рекомендации по планированию технического обслуживания и ремонта с учетом влияния износа элементов станка на точность перемещений. Важно отметить высокую наглядность представляемых результатов испытаний.

Достоверность результатов, представленных в работе, достигается за счет применения современных высокоточных измерительных приборов и программного обеспечения, согласованием теоретических и экспериментальных результатов, а также публикацией патента и результатов в требуемых журналах.

По результатам анализа работы при общей положительной оценке работы имеются некоторые замечания:

1. Что является критерием при определении предельно допустимого силового воздействия на станок в ходе его испытания?

2. Каковы рекомендации по замене элементов вибродемпфера, находящегося в постоянном трении?

В целом представленная диссертационная работа является завершённой научно-исследовательской работой, содержащей новые научно-обоснованные результаты. Работа соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по личному вкладу соискателя, объёму, содержанию, актуальности, научной и практической значимости, а автор, Блохин Дмитрий Андреевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности «2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки».

Профессор кафедры «Технологии транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава», Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения», д.т.н., доцент



Рауба Александр Александрович

«13» 05 2024 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения»
Адрес: 644046, Россия, Омская область, город Омск, проспект Маркса, дом 35.
Адрес электронной почты: omgups@omgups.ru
Контактный телефон: +7 (3812) 31-42-19

Я, **Рауба Александр Александрович**, даю своё согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.



Рауба А.А.

«13» 05 2024 г.

Подпись Раубы Александра Александровича заверяю:

Начальник УК, Д и ПО



О. Н. Попова

«14» мая 2024 г.

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

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

В диссертационный совет 24.2.332.01
на базе ФГБОУ ВО «Московский
государственный технический университет
"СТАНКИН"»
127994, ГСП-4, г. Москва, Вадковский пер.,
д. 1

ОТЗЫВ

Чигиринского Юлия Львовича

на автореферат диссертации БЛОХИНА Дмитрия Андреевича на тему «Разработка метода определения погрешностей перемещений узлов фрезерных станков с числовым программным управлением с физической имитацией рабочей динамической нагрузки», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

Актуальность исследования Д. А. Блохина определяется необходимостью обеспечения точности обработки, выполняемой на конкретном металлорежущем оборудовании, а не с использованием некоторого «усредненного» станка. Известно, что точность позиционирования режущего инструмента может варьироваться даже на новом оборудовании. Износ металлорежущего оборудования в процессе эксплуатации существенно повышает погрешности изготовления машиностроительной продукции. Предложенный метод определения погрешности перемещений с имитацией рабочей нагрузки позволяет учесть фактическое состояние оборудования и, следовательно, обеспечить обоснованное управление точностью обработки. Данное исследование следует считать актуальным.

В рассматриваемой работе решена научно-производственная задача повышения точности оценки состояния металлорежущего оборудования с учетом динамической знакопеременной нагрузки на подвижные узлы станка. Новые научные результаты состоят в том, что доказано позиционно-зависимое различие между точностью позиционирования и перемещений, измеренных в квазистатическом и в нагруженном состоянии упругой системы станка; выявлена и обоснована взаимосвязь между динамической нагрузкой, имитирующей силы резания, и точностью перемещений элементов несущей системы металлорежущих станков с программным управлением с учетом локального износа шарико-винтовых передач и направляющих; разработан метод определения точности перемещений станка с учетом его фактического состояния. Практическая значимость результатов и рекомендации по использованию: разработано устройство для моделирования динамической нагрузки, возникающей в процессе фрезерования, по подобию параметров амплитуды и частоты вынужденных колебаний, позволяющее, в том числе, определять предельные режимы резания конкретной единицы оборудования; разработаны рекомендации по расчету частоты вращения, эксцентриситета и массы дисбаланса вибровозбудителя со статически неуравновешенным ротором для физической имитации сил резания.

Основные положения и выводы диссертации Д. А. Блохина могут быть использованы в практике машиностроительных предприятий с целью обеспечения надежности работы оборудования и повышения точности и качества обработки.

Достоверность и обоснованность основных результатов и выводов обеспечена корректностью постановки задач, и подтверждается качественным и количественным соответствием теоретических исследований с экспериментальными данными, использованием апробированных ме-

тодов и средств измерения, модернизацией и созданием работоспособного экспериментального оборудования. Дополнительным обоснованием достоверности результатов и корректности выводов диссертационного исследования служит промышленное использование материалов работы, отмеченное в выводах.

Проведенные автором исследования и их результаты соответствуют формуле и областям исследования 2, 3, определенным в паспорте научной специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

В работе корректно определены цель, объект и предмет исследования и сформулирован комплекс задач, обеспечивающих достижение поставленной цели. Проведенные автором исследования выполнены на основе положений теории колебаний, технической механики, теории резания, методов математического моделирования.

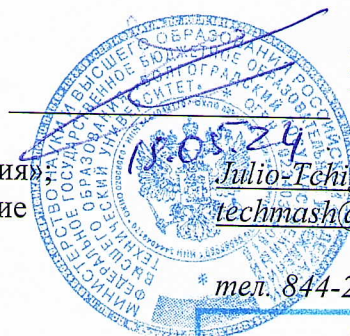
По работе имеется ряд вопросов и замечаний, в частности:

1. Формулировки на стр. 9, первый абзац: «Автор отмечает, что для оценки...» и на стр. 13, абзац перед рис. 7: «Автор отмечает повышение...» стилистически некорректны. Подобный речевой оборот скорее применим при написании рецензии на статью или отзыва на автореферат. В автореферате уместнее фраза: «Следует отметить...».
2. Формулировка на стр. 18, вывод 2: «... значения амплитуд виброперемещений ... с предложенным вибровозбудителем ... имеют сходимость менее 10 % по сравнению с амплитудами виброперемещений при фрезеровании» означает, что результаты имитации процесса фрезерования не соответствуют реальному процессу – или это стилистическая ошибка?
3. В автореферате не отмечен явно факт и не приведены реквизиты документов, подтверждающих внедрение результатов исследования в производственную практику, однако материалы гл. 4 (стр. 17) и вывод 7 (стр. 19) косвенно подтверждают промышленное использование материалов диссертации.

Указанные замечания не влияют на основные теоретические и практические результаты и общую значимость диссертации.

Учитывая значимость материалов диссертации для науки и практики, актуальность тематики, личный вклад соискателя, уровень обсуждения результатов в печати и на конференциях, следует признать диссертационную работу «Разработка метода определения погрешностей перемещений узлов фрезерных станков с числовым программным управлением с физической имитацией рабочей динамической нагрузки» соответствующей, по своему содержанию, объему, актуальности, научной и практической значимости, требованиям ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям и определенным пунктами 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. за № 842 с изменениями на 25.01.2024 г., а ее автора, БЛОХИНА Дмитрия Андреевича, заслуживающим присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

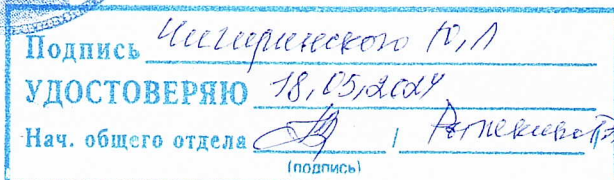
Заведующий кафедрой
«Технология машиностроения»
ФГБОУ ВО «Волгоградский
государственный
технический университет»
докт. техн. наук, профессор,
специальности:
05.02.08 – «Технология машиностроения»
05.13.06 – «Автоматизация и управление
технологическими процессами и
производствами в машиностроении»



Юлий Львович
Чигиринский

Julio-Tchigirinsky@yandex.ru;
techmash@vstu.ru

* тел. 844-224-84-29



ОТЗЫВ

на автореферат кандидатской диссертации БЛОХИНА Дмитрия Андреевича, на тему «Разработка метода определения погрешностей перемещений узлов фрезерных станков с числовым программным управлением с физической имитацией рабочей динамической нагрузки»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки».


В настоящее время значительную часть станочного парка составляют зарубежные модели. Для достижения требуемой точности обработки необходимы отечественные методики оценки их динамических характеристик, в том числе по мере износа. Поэтому тему работы Д.А.Блохина следует признать весьма актуальной.

Автор предложил метод определения точности под нагрузкой и виброустойчивости перемещений модулей станка в условиях силовой имитации процесса фрезерования. Он провел исследования динамических погрешностей при перемещениях на изношенных участках ШВП и направляющих станка, а также разработал рекомендации и конструкцию вибродемпфера для высокоскоростной обработки.

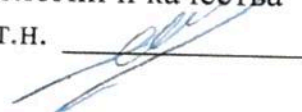
Замечания по автореферату: в тексте не указан ряд значимых условий исследования, например: значения координат станочной системы, в которых проводились эксперименты (рис. 5,7,8,9); условия обработки резанием (с.10); значения характеристик качества обработанных деталей (с.14); значения износа элементов ШВП и направляющих (с.14).

В целом данную работу следует считать соответствующей требованиям ВАК. Д.А.Блохин заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5.

Зав.кафедрой конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств ФГАОУ ВО «К(П)ФУ» НЧИ(ф) д.т.н.


Р.М.Хисамутдинов

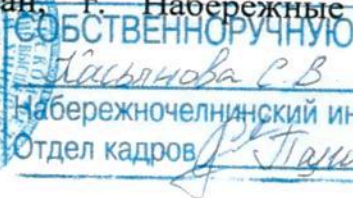
Доцент кафедры материалов, технологий и качества ФГАОУ ВО «К(П)ФУ» НЧИ(ф) к.т.н.


24.05.2024г.

С.В.Касьянов

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет» Набережночелнинский институт (филиал).

423812, Россия, Республика Татарстан, г. Набережные Челны, пр. Суюмбике, 10А.




С.В.Касьянова
Набережночелнинский институт КФУ
Отдел кадров


Хисамутдинов Р.М. ЗАВЕРЯЮ
Набережночелнинский институт КФУ
Отдел кадров