

В диссертационный совет 24.2.277.01.  
ФГБОУ ВО «Брянский государствен-  
ный технический университет»  
241035, г. Брянск, бульвар 50 лет  
Ученому секретарю Нагоркину М.Н.

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

**Куц Вадима Васильевича**

на диссертационную работу Федукова Александра Григорьевича на тему «Обеспечение точности модулей линейного перемещения учетом пространственно- контактных деформаций», представленную к защите по специальности 2.5.5 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки» на соискание ученой степени кандидата технических наук

### **1. Актуальность темы диссертации**

Актуальность работы не вызывает сомнения, и обусловлена текущими задачами стоящими перед Российской экономикой, в том числе связанными с восстановлением и развитием отечественного станкостроения и возвращением России в число ведущих стран в области станкостроения.

Применяемые в настоящее время на отечественных станочных предприятиях подходы к изготовлению станков на базе станочных моделей, которые является покупными изделиями, изготавливаемые зачастую разными производителями, требует решения задач обеспечения точности изготавливаемых станков, не на этапе изготовления этих модулей, а на этапе их сборки, что не возможно без учёта величин контактных деформаций, возникающих в стыках соединяемых модулей, а также упругих деформаций самих модулей.

Поэтому можно утверждать, что решение задачи установления величин деформации стыков контактируемых поверхностей собираемых моделей и величин их упругих деформаций, а также их учёта для обеспечения требуемой точности на этапе сборки является актуальной научной задачей, требующей неопременного решения.

### **2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Автором выполнен большой объем теоретических и экспериментальных исследований, сформулированы научные результаты, сделаны выводы.

Теоретические исследования проводились на базе научных основ технологии машиностроения, теории размерных цепей, теории контактных взаимодействий твердых тел, методик проектирования металлорежущего оборудования. Экспериментальные исследования проводились с использованием

современных измерительных средств и металлорежущего оборудования, а также методик, разработанных автором.

Обзор достаточного количества литературных источников, анализ результатов исследования пространственно-контактных деформаций в контактном слое, выполненных разными ведущими отечественными учёными позволили определить направление исследований, корректно поставить цель и задачи работы.

Представленные результаты в виде зависимостей для определения величин пространственно-контактных деформаций в плоских стыках модуля линейных перемещений с учетом масштабного фактора для рельсовых направляющих длиной от 125 мм до 650 мм, установленных взаимосвязей и вида связи между допуском замыкающего звена модуля линейного перемещения и дополнительным моментом холостого хода возникающего в ШВП и точностью позиционирования, а также предложенной зависимости для расчета допустимого значения допуска замыкающего звена по требуемым силовым и точностным характеристикам подтвердили достоверность и показали возможность их применения на практике.

Достоверность и обоснованность научных положений, результатов и выводов диссертации определяется адекватной постановкой задач, подтверждается представленными результатами натурных экспериментов, согласующимися с установленными на основе экспериментальных исследований зависимостями, результатами внедрения предложенных решений на предприятиях, логичностью и последовательностью решением и изложением поставленных задач исследования, аргументированностью сделанных выводов и полученных результатов исследования, рецензированием статей автора в ведущих научных журналах и докладами на конференциях различного уровня.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что основные научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе, обоснованы и достоверны.

### **3. Научная новизна диссертации**

Анализ диссертационной работы Федукова А.Г. показал, что научная новизна работы заключается в установлении зависимостей для определения величин пространственно-контактных деформаций в плоских стыках модуля линейных перемещений с учетом масштабного фактора для рельсовых направляющих длиной от 125 мм до 650 мм, в установлении взаимосвязей и вида связи между допуском замыкающего звена модуля линейного перемещения и дополнительным моментом холостого хода возникающего в ШВП и точностью позиционирования, а также в предложенной зависимости для расчета допустимого значения допуска замыкающего звена по требуемым силовым и точностным характеристикам.

#### **4. Теоретическая значимость**

Теоретическая значимость работы заключается в установлении влияния пространственно-контактных деформаций деталей модуля линейных перемещений на базе унифицированных модулей на их точность и силовые характеристики, в уточнении зависимости для оценки таких деформаций и их влияния на силовые характеристики модулей линейных перемещений, а также разработке алгоритма для расчета номинальных значений и предельных отклонений размеров, определяющих точность и силовые характеристики модулей линейных перемещений.

#### **5. Ценность данной работы для практики**

Практическая значимость результатов исследований заключается в разработке уточненных методик проектировании модулей линейных перемещений на базе унифицированных модулей учетом пространственно-контактных деформаций стыков; в определении поправочных коэффициентов для зависимостей расчета пространственно-контактных деформаций, в разработке рекомендаций по обеспечению исполнительных размеров, определяющих качество линейных модулей; в разработке методики оценки силовых характеристик модуля линейных перемещений в т.ч. величины дополнительного крутящего момента холостого хода. Практическую ценность представляет также созданный стенд, для исследования влияния параметров деталей линейного модуля на его точность и силовые характеристики.

#### **6. Содержание диссертации**

Диссертация обладает внутренним единством и логикой построения, полностью раскрывает сущность выполненного исследования, содержит исчерпывающие теоретические обоснования всех полученных автором результатов и описание их практической реализации. Диссертация является логически завершенным изложением результатов научного исследования, выполненного автором.

#### **7. Структура и объем работы**

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, библиографического списка. Работа выполнена на 142 страницах и содержит 82 рисунка, список используемой литературы из 95 наименований, 45 таблиц, 2 приложения.

#### **8. Публикации и апробация результатов работы**

По теме диссертации опубликовано 17 печатных работ, в том числе 5 публикаций в изданиях из перечня ВАК, 1 статья в издании, индексируемая в международной базе данных Scopus и Web of Science, получен 1 Патент.

Практическая достоверность работы подтверждается результатами апробации на семинарах и конференциях различного уровня, использованием результатов исследований на промышленных предприятиях, что подтверждается соответствующими актами внедрения. Поэтому можно считать, что существо выполненных исследований раскрыто полностью.

## 9. Замечания по работе

В качестве недостатков работы можно выделить следующее:

1. Не понятно, выполнялась ли замена деталей при измерении пространственно-контактных деформаций в плоских стыках, если нет, то тогда, на сколько можно считать результаты эксперимента выполненными в одинаковых условиях.

2. Не понятно, как учитывалась жесткость деталей (или упругая деформация деталей под действием силы зажима) при определении пространственно-контактных деформаций стыков предложенными методами.

3. В работе возможно ошибочно размер провставки обозначен буквой  $L$ , что, на мой взгляд, не соответствует показанным схемам расчёта (рис. 2.25, 2.27, 3.1 и пр.).

4. В работе при построении размерных зависимостей с учётом деформаций стыков были учтены лишь их номинальные (средние) значения (формулы 3.23 и 3.30) и не учитывались величины их рассеивания при расчете допуска замыкающего звена. Не понятно, на сколько это оправдано?

5. На стр. 55 автор указывает, что нормальность распределения выполнялась по критерию Стьюдента. Не понятно, что автор имел в виду, если проверку нормальности распределения, то тогда не понятно каким критерием Стьюдента он мог пользоваться. В работе отсутствуют ссылки на применяемую методику.

6. В работе, к сожалению, отсутствуют полнофакторное планирование экспериментов для установления зависимости деформации стыков от величин шероховатости, волнистости, твердости контактных поверхностей, что существенно ограничивает области применения результатов диссертационного исследования.

7. В работе не показаны результаты проверки адекватности предложенных зависимостей методами математической статистики.

8. Из диссертации следует, что твердость измерялась в поперечном сечении деталей, в частности рельсов, не понятно, почему твердость не измерялась непосредственно на контактных поверхностях.

9. Сравнение результатов расчетов и экспериментов по исследованию пространственно-контактных деформаций показало, что существующие зависимости могут давать значительную погрешность (в 1,5 ... 4 раза). В работе не даётся никакого обоснования причины такой погрешности.

## 10. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней

Сделанные замечания не являются принципиальными, не изменяют общей положительной оценки диссертации Федукова А.Г., являющейся законченной научно-квалификационной работой, носят рекомендательный характер и направлены на дальнейшее развитие исследований в данной области

Диссертационная работа написана автором самостоятельно, обладает единством, содержит новые результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, которые свидетельствуют о личном вкладе автора диссертации в науку.

На основании вышеизложенного, считаю, что диссертационная работа Федукова Александра Григорьевича на тему «Обеспечение точности модулей линейного перемещения учетом пространственно- контактных деформаций», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, решает актуальную научно-техническую задачу в устранении пробелов в методах расчета модулей линейных перемещений на базе унифицированных модулей с учетом влияния пространственно-контактных деформаций плоских стыков, в полной мере удовлетворяет требованиям предъявляемым к кандидатским диссертациям, изложенным в Положении о присуждении ученых степеней, утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842, соответствует Паспорту научной специальности 2.5.5 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки», а ее автор, Федуков Александр Григорьевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

### Официальный оппонент:

Доктор технических наук,  
профессор, профессор кафедры  
машиностроительных технологий  
и оборудования Юго-Западного  
государственного университета

Куц Вадим Васильевич

Куц Вадим Васильевич  
кафедра машиностроительных технологий и  
оборудования  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94  
ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»,  
Эл. почта: kuc-vadim@yandex.ru . Тел. 8 903-639-94-01

Докторская диссертация защищена  
по специальности 05.02.07 –  
Технология и оборудование механической  
и физико-технической обработки



*В. В. Куца*

*Е. П. Мешкова*

*19.03.2024*