

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям
ФГБОУ ВО «ВГТУ»



А.В. Башкиров

«21» марта 2024 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО ВГТУ) на диссертационную работу Федукова Александра Григорьевича по теме «**Обеспечение точности модулей линейного перемещения учетом пространственно-контактных деформаций**» представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико –технической обработки».

На отзыв представлены: диссертация – 1 экз., автореферат – 1 экз.

Актуальность темы диссертационного исследования

Производство современного оборудования на сегодняшний день является важной задачей государства. Все чаще при проектировании и при изготовлении оборудования пользуются модульным принципом. Не исключением стало и станкостроение. На сегодняшний день наблюдается тенденция широкого использования станкостроительными предприятиями модулей, блоков, которые производят на специализированных заводах. Типичным примером в станкостроении модульного проектирования являются модули линейных перемещений на базе шарико-винтовой пары и направляющих рельс. Они состоят из отдельных деталей, которые также унифицированы.

Число стыков деталей и узлов технологического оборудования растет, соответственно растут контактные деформации. Это невозможно игнорировать. В то же время в существующих методиках этот фактор учитывается в недостаточной мере. Практически не дают рекомендаций по учету контактных деформаций и производители модулей.

Существующие расчетные схемы оценки контактных деформаций ориентированы в большей степени на небольшие размеры и неочевидна

возможность их использования в условиях контакта протяженных деталей, например, рельсовых направляющих.

В связи с названными особенностями проектных решений, необходимы изменения и в методиках проектирования. Особенно это актуально при проектировании и изготовлении станочного оборудования высокой точности.

Несмотря на большое количество работ по обеспечению контактной жесткости технологического оборудования, расчетные схемы, зависимости, методики расчетов требуют уточнений. В частности, автор диссертации справедливо уделил внимание получению и совершенствованию зависимостей для оценки контактных деформаций с учетом размерных факторов, расчета исполнительных размеров и способов назначения допустимых отклонений на эти размеры, критериев для регламентирования точности размеров.

В связи со сказанным можно сделать вывод об **актуальности** исследования.

Структура и содержание диссертационного исследования

По теме диссертационной работы опубликовано 17 печатных работ, в том числе 5 в рецензируемых научных журналах из перечня ВАК и 1 статья в издании, индексируемая в международной базе данных Scopus и Web of Science, получен 1 патент.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цели и задачи, описаны методы и средства исследования, приведена научная новизна и практическая значимость работы, изложены научные положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведен анализ современных решений при реализации модульного принципа проектирования оборудования и имеющаяся информация о текущем состоянии научно-технических знаний в этой области. Автор выбрал характерный, широко используемый на практике объект исследования - модуль линейных перемещений на базе шарико-винтовой пары и рельсовых направляющих. Рассмотрены основные конструктивные решения, используемые производителями, а также научно-методические рекомендации по решению проектных задач при создании таких модулей. В главе также проведен анализ литературных источников по вопросам используемых схем решения контактной задачи и существующих зависимостей по расчету контактных сближений. Проведенный обзор информационных источников достаточно полный, корректный, что позволило автору поставить цель и сформулировать задачи исследования.

Во второй главе изложены основные методики теоретических и экспериментальных исследований, проведенных автором. Определен алгоритм решения задачи по обеспечению точности модуля линейных перемещений.

Описана конструкция стендов для экспериментальных исследований, приведены краткие описания приборов и инструментов, использованных в исследованиях, их характеристики. Автор изложил порядок выполнения исследований, привел схемы измерений.

Также в главе кратко изложены методики статистической обработки данных экспериментов и получения экспериментальных инженерных зависимостей на основе этой обработки.

Автор составил характерные размерные цепи, возникающие при проектировании рассматриваемого модуля. Выявлены отдельные компоненты цепей, установлен замыкающий размер. Рассмотрены подходы к обеспечению точности замыкающего звена. Изложена схема расчета размерной цепи, определения номинальных размеров и допусков на них.

Автор предложил критерий для регламентирования точности замыкающего звена – величину дополнительной радиальной силы, возникающей из-за погрешности. Предложена схема расчета взаимосвязи данной погрешности с дополнительным крутящим моментом холостого хода, получены зависимости для описания этой взаимосвязи.

Для оценки погрешности перемещения в пределах оборота винта автором разработана расчетная схема и соответствующие зависимости.

Предложенные методики проведения исследований, разработанные зависимости достаточно адекватно описывают поставленные задачи и позволяют корректно их решать.

В третьей главе приведены результаты теоретических исследований. Автор изложил общие схемы для расчета номинальных размеров и допусков на них. Расчет ориентирован на получения результатов, пригодных для инженерной практики, для определения технологических размеров.

Приведены также результаты моделирования процесса возникновения дополнительных усилий и представлены результаты соответствующих расчетов.

Результаты, представленные в главе, базируются на имеющихся научных знаниях, базовых положениях, непротиворечивы и, в целом, корректны.

В четвертой главе изложены результаты экспериментальных исследований. Приведены результаты оценки фактических пространственно-контактных деформаций для всех плоских стыков стенда, моделирующего модуль, принятый в качестве объекта исследований. Смещения оценивались с учетом геометрических (микрogeометрических) параметров контактирующих поверхностей (макроотклонения, волнистость, шероховатость) и их механических свойств (твердость, микротвердость).

Результаты, полученные автором, дают необходимый фактический материал для оценки корректности проведенных ранее теоретических исследований. Анализ материала главы позволяет сделать вывод о непротиворечивости полученных данных и пригодности их для инженерной практики и научной деятельности.

В пятой главе изложено сравнение результатов расчетов по теоретическим и экспериментальным (инженерным) зависимостям. На основе этого сравнения предложены мероприятия для адаптации теоретических зависимостей к практической деятельности. Автор рассчитал соответствующие поправочные коэффициенты для уточнения теоретических зависимостей. Кроме того, в главе приведены примеры практической реализации результатов диссертационного исследования. Материал изложен корректно, полученные результаты представляют интерес для развития области науки, связанной с проектированием технологического, в частности станочного оборудования.

В приложении представлены акты о внедрении результатов работы в ООО НПО «ГКМП», а также при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с различными заказчиками.

Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и теме диссертации.

Анализ научной новизны и практической значимости полученных результатов диссертационной работы Федукова Александра Григорьевича позволяет утверждать, что диссертация соответствует областям исследования паспорта специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико - технической обработки:

П.1 – «Теория и практика проектирования, монтажа и эксплуатации станков, станочных комплексов, в том числе автоматизированных цехов и заводов, автоматических линий, а также их компонентов (приспособлений, гидравлических узлов и т. д.), оптимизация компоновки, состава комплектующего оборудования и его параметров, включая использование современных методов информационных технологий»;

П.3 – «Исследование механических и физико-технических процессов в целях определения параметров оборудования, агрегатов, механизмов, и других комплектующих, обеспечивающих выполнение заданных технологических операций и повышение производительности, качества, экологичности и экономичности обработки»;

П.4 – «Создание, включая проектирование, расчеты и оптимизацию, параметров рабочего инструмента и других компонентов оборудования, обеспечивающих технически и экономически эффективные процессы обработки».

Соответствие автореферата диссертации её содержанию.

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертационной работы, раскрывает основные положения проведенного исследования и полученные результаты, основные выводы по диссертации приведены в заключении автореферата.

Личный вклад соискателя в получении результатов исследования.

Практически весь материал диссертационного исследования получен автором лично: постановка цели и задач, проведение теоретического моделирования, проведение экспериментальных исследований, внедрение в производство. Диссертационное исследование опирается на большой объём фактического материала, собранного и обработанного лично автором.

Степень достоверности результатов исследования.

Степень достоверности научных положений и выводов подтверждается:

- корректностью применения апробированного математического аппарата и программного обеспечения.

- использованием при проведении экспериментальных исследований современного оборудования и приборов, методик обработки данных экспериментов.

- хорошим совпадением результатов теоретического моделирования с результатами экспериментов;

- успешным испытанием предложенных конструкторских решений в производственной практике на промышленных предприятиях и разработках вуза;

- выводы по работе базируются на фактическом материале, полученном, в основном, автором лично в ходе работы.

Работа прошла достаточную апробацию на научно-технических конференциях, основные результаты работы опубликованы в рецензируемых изданиях, доступных широкому кругу ученых.

Основные научные результаты и их значимость для науки и производства

Научная значимость работ обусловлена следующими полученными знаниями в области проектирования модулей линейных перемещений:

1. Установлены зависимости 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.

2. Установлены взаимосвязи и их вид между допуском замыкающего звена модуля линейного перемещения и дополнительным крутящим моментом холостого хода, возникающего в ШВП, и точностью позиционирования.

3. Получены зависимости для расчета значения допуска замыкающего звена с учетом возможности обеспечения требуемых силовых и точностных характеристик.

Практическая значимость работы заключается:

1. В разработке методик проектирования модулей линейных перемещений на базе шарико-винтовой передачи и рельсовых направляющих учитывающие пространственно-контактные деформации.

2. В полученных рекомендациях по определению исполнительных размеров, определяющее качество модулей линейных перемещений.

3. В разработке методики по оценки величины дополнительного крутящего момента холостого хода и радиальной силы модуля линейных перемещений

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Полученные автором результаты представляют интерес для научной и практической деятельности. Разработанные методики проектирования модулей линейных перемещений целесообразно использовать при проектировании технологического оборудования (в первую очередь станочного).

Расчетные зависимости представляют интерес для выполнения расчетов в ходе проектных работ, научных исследований.

Полученный материал частично и в комплексе будет полезен для использования в учебном процессе при подготовке студентов высших учебных заведений, а также в ходе дополнительного профессионального образования работников промышленных предприятий.

Замечания по работе

1. Нет пояснений, почему была выбрана длины рельсовых направляющих до 630 мм, с чем это связано?

2. В работе не учтены деформации, возникающие в деталях и сборках направляющих качения, а также паре гайка-винт ШВП.

3. Автор использует не общепринятый термин «пространственно-контактные деформации». Желательно было бы уточнить, что автор понимает под ним.

4. В работе учтены погрешности в рамках плоской размерной цепи. Целесообразно провести исследования для пространственных размерных цепей (учесть такие погрешности, как непараллельность направляющих, их угловые отклонения от оси винта ШВП).

5. Почему автор не использовал возможности СЧПУ по диагностике силовых и точностных параметров координат станка?

6. В работе и автореферате имеются описки, неудачные выражения, полиграфические ошибки

Заключение

Диссертационная работа имеет научную новизну, практическую значимость, прошла апробацию и представляет собой законченную научно-

квалификационную работу, выполненную соискателем самостоятельно. Работа содержит решение актуальной задачи по обеспечению точности модулей линейного перемещения учетом пространственно-контактных деформаций, которая имеет существенное значение для машиностроения страны при проектировании и изготовлении технологического, в первую очередь станочного оборудования.

Автореферат отражает содержание диссертации.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.5.5 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки» (п.п. 1, 3, 4) и требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор, Федуков Александр Григорьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Диссертационная работа Федукова Александра Григорьевича и настоящий отзыв обсуждены на заседании кафедры «Технология машиностроения» протокол № 13 от 6 марта 2024 г.

Профессор, кафедры
«Технология машиностроения»

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
технический университет»,
доктор технических наук, профессор

 Кириллов Олег Николаевич

Научные специальности:

05.02.07–Технология и оборудование механической
и физико-технической обработки
05.02.08–Технология машиностроения

Адрес: 394006, Российская федерация, Воронежская обл., г. Воронеж,
ул. 20-летия Октября, д.84,
тел./факс +7(437) 271-59-05,
e-mail: mail@vorstu.ru.

Подпись Кириллова Олег Николаевича подтверждаю

Проректор по науке и инновациям


А.В. Башкиров