

ОТЗЫВ

Официальный оппонент: Доктор технических наук, профессор Березин Сергей Яковлевич

Диссертант: Хващевская Любовь Фёдоровна

Тема диссертации: «Повышение собираемости изделий машиностроения на основе конфигурационной модели размерной цепи»

Диссертация представлена на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6. Технология машиностроения

Организация, в которой выполнена работа: ФГБОУ ВО «ИРНИТУ»

Актуальность темы диссертации

Современный этап развития машиностроения характеризуется высоким уровнем применения компьютерных технологий во всех сферах производства. Основным достижением последних десятилетий стало внедрение концепции параллельной разработки изделия, основанной на совместном создании и использовании компьютерной модели проектируемого изделия всеми участниками процесса его создания. В настоящее время не существует эффективного способа автоматизированного проектирования сборок, который позволил бы учитывать пространственные допустимые отклонения геометрических элементов изделия уже на ранней стадии проектирования. Это связано с тем, что остаётся нерешённым важнейший вопрос пространственной размерной увязки изделия, учитывающей геометрические отклонения компонентов и их взаимосвязь. Отсутствие эффективных математических инструментов для описания погрешностей сборки и проведения пространственного размерного анализа изделий с учётом допусков не позволяет создать автоматизированные средства пространственного размерного анализа с учётом допусков. Решение этой проблемы является принципиально важной задачей с точки зрения обеспечения собираемости изделий машиностроения, их качества и конкурентоспособности, а также сокращения сроков их запуска.

Все вышесказанное и определило основную цель диссертационного исследования Хващевской Л.Ф., направленную на разработку технологии пространственного анализа изделий машиностроения с учётом допусков расположения компонентов для повышения собираемости. Постановка цели диссертационного исследования полностью определила набор задач, решаемых диссертантом.

Важность и востребованность научной цели и задач диссертационного исследования Хващевской Л.Ф. обоснованы еще и тем, что они соответствуют основным программным документам федерального уровня таким как «Развитие промышленности и повышение её конкурентоспособности», «Научно-технологическое развитие Российской Федерации», «Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года».

Таким образом, актуальность темы диссертационного исследования Хващевской Л.Ф. не вызывает сомнений.

Научная новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Диссертационное исследование Хващевской Л.Ф. характеризуется высокой степенью научной новизны, о чём свидетельствуют следующие основные результаты, полученные автором:

- выделено две основные группы погрешностей сборки изделий машиностроения: производственные и кинематические инфинитезимальные, обоснована их взаимосвязь;

- получены аналитические условия точности расположения геометрических элементов сборочной единицы в трехмерном пространстве для следующих технических требований: перпендикулярность оси относительно комплекта баз; перпендикулярность оси относительно базовой плоскости; параллельность плоскости относительно базовой плоскости; точность угла между плоскостями; точность позиции точки относительно комплекта баз; точность позиции линии относительно комплекта баз; соосность оси относительно базовой оси;

- введено понятие конфигурационной размерной цепи (КРЦ) изделия, получена аналитическая модель КРЦ и формулы для её расчёта с использованием бикватернионов, а также разработана интегральная оценка точности расположения критического элемента изделия на основе КРЦ;

- предложены аналитическое определение и геометрическая интерпретация пространственных допустимых отклонений расположения элементов деталей;

- обоснована целесообразность различных подходов (нелинейного, линеаризованного) к оценке угловых отклонений геометрических элементов деталей;

- обосновано влияние корреляции выходных параметров при прогнозировании доли брака;

- разработана технология проведения размерного анализа с учетом допусков расположения на основе КРЦ с целью повышения собираемости изделий машиностроения.

Выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, соответствуют критерию «научная новизна», поскольку предопределены новизной полученных результатов диссертационного исследования.

Степень обоснованности, достоверности научных положений и выводов, сформулированных в диссертации

Научные положения диссертационной работы Хвощевской Л.Ф. соответствуют цели и задачам исследования.

Обоснованность и достоверность научных результатов обеспечивается корректностью применения в исследовании терминологии, формул, расчётов, а также грамотным использованием апробированного научного инструментария: технологии машиностроения, теории машин и механизмов, аналитической механики, теории векторного анализа, аналитической геометрии, теории вероятностей, метрологии и стандартизации, математического моделирования.

Кроме этого достоверность и обоснованность научных положений подтверждается изученностью и критическим анализом значительного объёма материала отечественных и зарубежных научных исследований. Список использованной литературы включает 134 наименования. Диссертантом учтены предшествующие достижения и разработки по изучаемой проблеме, выполненные ведущими отечественными и иностранными учеными.

Результаты диссертационного исследования изложены в 14 научных работах, из них 7 публикаций – в журналах, рекомендованных ВАК по специальности 2.5.6. Технология машиностроения. Статьи, опубликованные по теме диссертации и доклады на научных конференциях, раскрывают основное содержание работы.

Все вышеперечисленное позволяет сделать вывод о том, что степень достоверности и обоснованности положений диссертации Хвощевской Л.Ф. отвечает предъявляемым требованиям.

Значимость для науки и практики полученных автором результатов

Диссертационное исследование Хвощевской Л.Ф. и полученные результаты обладают несомненной ценностью для науки. Диссертантом разработаны инновационные инструменты для проведения пространственного размерного анализа изделий машиностроения с учетом допусков расположения, которые вносят определенный вклад в развитие теории пространственного размерного анализа сборок и позволяют с новых позиций оценить влияние допусков на геометрическую точность изделия и собираемость.

Полученные Хвощевской Л.Ф. результаты и выводы значительно расширяют и уточняют методологическую базу проведения размерного анализа сборок. Повышение собираемости изделий машиностроения обусловлено появляющимися возможностями: 1) проведения полноценного пространственного анализа сборки изделия с учётом допусков расположения; 2) назначения допусков на ранней стадии проектирования с учётом технологии обработки и сборки; 3) получения количественной оценки точности расположения в трёхмерном пространстве критического элемента изделия; 4) решения задач оптимизации допусков и оптимизации проектирования; 5) улучшения эксплуатационных характеристик, обеспечения геометрической точности и технологичности изделий; 6) управления точностью расположения критических геометрических элементов изделий в трёхмерном пространстве на протяжении жизненного цикла изделия.

Разработанные автором научные положения, математические модели и технология пространственного размерного анализа изделий машиностроения

для повышения собираемости могут быть использованы в КБ предприятий машиностроения, занимающихся проектированием изделий машиностроения, а также смежных отраслей (приборостроения, двигателестроения, станкостроения, авиастроения и т.д.), а также ВУЗах при проведении научных исследований по созданию инновационных инструментов, обеспечивающих собираемость и качество изделий, и ориентированных на использование в концепции «цифровое предприятие».

Таким образом, диссертация соответствует критерию «значимость для науки и практики».

Оценка содержания и завершенности диссертации

Диссертационная работа Хвощевской Л.Ф. состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы. Объём диссертации составляет 138 страниц машинописного текста. Работа написана в форме, позволяющей получить полное и достаточно подробное представление об исследовании, проведенном автором. Оформление работы аккуратное, соответствует установленным требованиям. При использовании сторонних источников в диссертации даются необходимые ссылки. Основные положения и результаты проведенных исследований обсуждались на международных и всероссийских конференциях. Полученные в диссертации результаты соответствуют поставленным целям. Тема диссертации соответствует паспорту заявленной научной специальности 2.5.6. Технология машиностроения.

Корректность изложения научного материала, наглядная иллюстрация полученных результатов в виде таблиц, графиков позволяют объективно оценивать содержание, выводы и значимость проведенных научных исследований.

В первой главе достаточно подробно изучено современное состояние и перспективные направления в обеспечении собираемости изделий машиностроения. Отмечена ключевая роль в решении этой проблемы пространственного размерного анализа с учётом допусков расположения. Изучены также современные математические модели и методы размерного анализа сборочных единиц и выявлены недостатки. В этой же главе проведен сравнительный анализ методов («наихудшего случая», вероятностного (статистического)) достижения точности замыкающего звена одномерной размерной цепи. Установлено, что в случае серийного производства при назначении допусков на ключевые геометрические характеристики изделий необходимо учитывать смещение («дрейф») среднего значения, обусловленное технологическим процессом изготовления.

Во второй главе проанализированы современные стандарты нормирования точности геометрических характеристик изделия; разработаны необходимые условия точности расположения геометрических элементов изделия в трёхмерном пространстве в соответствии с техническими требованиями, предъявляемыми к ним, а также дана их геометрическая интерпретация.

В третьей главе проведён анализ погрешностей в сборках, дана их классификация и установлена взаимосвязь. Введено понятие конфигурационной модели размерной цепи изделия, получено её аналитическое уравнение и формулы для расчёта с использованием математического аппарата бикватернионов. Дано

определение геометрических допусков расположения с точки зрения предложенного подхода, приведена геометрическая интерпретация. Разработана оценка точности ключевой геометрической характеристики расположения изделия на основе конфигурационной модели размерной цепи. Проведен сравнительный анализ двух подходов (линейного и нелинейного) к оценке угловых отклонений. Исследовано влияние корреляции выходных параметров на прогнозирование доли бракованных сборок.

В четвертой главе представлена технология анализа пространственных размерных связей в изделиях машиностроения на основе конфигурационной размерной цепи, а также рассмотрена практическая реализация разработанного подхода: 1) изделие, состоящее из шести однотипных пластин прямоугольной формы; 2) узел «вал-втулка» детали «Каретка».

Диссертация оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ 7.0.11-2011, написана доходчиво, грамотно, хорошим научным языком. По каждой главе сделаны чёткие выводы.

Заключение содержит 12 выводов, которые резюмируют полученные результаты и полностью соответствуют поставленным задачам и цели. Здесь же приведены рекомендации и перспективные направления развития темы.

Диссертация Л.Ф. Хвацевской является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором на высоком научном уровне. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Вопросы и замечания по диссертации

Несмотря на многочисленные достоинства диссертационной работы, в ней имеются отдельные недочёты, которые вызывают ряд вопросов.

1. В первой главе достаточно подробно изучено изменение отклонений размера замыкающего звена линейной размерной цепи сборки в зависимости от использования различных методов (метода «наихудшего случая», вероятностного метода) достижения точности замыкающего звена и смещений средних значений размеров составляющих звеньев цепи. На мой взгляд, можно было бы изложить этот вопрос короче.

2. Во втором пункте предложенной методики пространственного анализа сборки указывается, что необходимо построить конструкторско-технологический граф сборки. Почему в тексте диссертационной работы не рассматривается вопрос о построении такого графа?

3. В диссертации для анализа пространственных размерных взаимосвязей в изделии с учётом допусков предложен аппарат бикватернионов. В диссертации не указывается в чем преимущества использования в размерном анализе аппарата бикватернионов перед традиционным матричным аппаратом?

4. В тексте диссертации не указано, для каких деталей (жестких или нежестких), составляющих изделие машиностроения, разработан подход к анализу пространственных размерно-точностных связей?

5. В тексте диссертации не указаны достоинства разработанного подхода к анализу пространственных размерных связей в сборках с учётом допусков расположения. Думаю, что это было бы полезным дополнением.

6. В исследованиях не нашли отражения допустимые отклонения формы, биения.

Сформулированные замечания являются пожеланиями по дальнейшему планированию исследований и не влияют на положительную оценку работы.

Заключение о соответствии диссертационной работы критериям, установленным Положением о порядке присуждения учёных степеней

Диссертация Л.Ф. Хващевской «Повышение собираемости изделий машиностроения на основе конфигурационной модели размерной цепи» является самостоятельным завершённым научно-квалифицированным трудом, в котором изложены новые научно-обоснованные решения, направленные на повышение собираемости изделий машиностроения при автоматизированном проектировании сборки. Внедрение разработанной технологии анализа внесет существенный вклад в повышение качества и конкурентоспособности изделий машиностроения, а также снизит себестоимость их выпуска.

По актуальности, новизне, научно-практической значимости, степени достоверности и обоснованности результатов исследования диссертационная работа соответствует всем требованиям, предъявляемым к диссертациям Положением о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор Хващевская Любовь Фёдоровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6. Технология машиностроения.

Официальный оппонент:

доктор технических наук, профессор
кафедры технических систем и робототехники
ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный
университет»

Сергей Яковлевич Березин

«15» ноября 2022 г.

Почтовый адрес:

672039, г. Чита, Александро-Заводская, 30, ЗабГУ, каф. ТБСАИУ.

Тел.: 8(302)235-22-71, e-mail: berlog_berezin2011@mail.ru

Подпись профессора С.Я. Березина заверяю.

Начальник управления кадров ЗабГУ



О.В. Евтушок