

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Нгуен Ван Тхо
на соискание ученой степени кандидата технических наук
на тему «Повышение эффективности центробежно-
ротационной обработки деталей в абразивных средах»,
представленную в диссертационный совет Д 24.2.297.01
при Донском государственном техническом университете
по специальности 2.5.6 – Технология машиностроения

Актуальность темы

Развитие современного машиностроения характеризуется созданием изделий, состоящих из деталей с более сложными формами рабочих поверхностей и с повышенными требованиями к их качеству. Обычно окончательную механическую обработку таких деталей проводят с использованием методов механизированной отделочно-зачистной обработки в среде свободного абразива (галтовка, вибрационная, центробежно-планетарная и др. виды обработки). При этом производится скругление острых кромок деталей, снижение шероховатости их поверхностей, удаление дефектного слоя и т.д. Одним из таких методов является центробежно-ротационная обработка (ЦРО), которая имеет высокую производительность (в некоторых случаях до 15 раз превышающую производительность подобных методов обработки) и реализуется на простых по конструкции и легко автоматизируемых центробежно-ротационных станках (ЦРС). Исследованию ЦРО посвящены работы Трилесского В.О., Тамаркина М.А., Панчурина В.В., Тищенко Э.Э., Королькова Ю.В., Кузаконь В.М., Давыдовой И.В. и др. В этих работах приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований по влиянию технологических параметров ЦРО на производительность и качество обработки. Однако, в них не полностью теоретически описан процесс ЦРО, не исследовано влияние каждого технологического параметра на производительность и качество обработки. Это приводит к необходимости проведения экспериментальных исследований при назначении технологических параметров ЦРО в каждом конкретном случае, что увеличивает затраты на обработку и время на подготовку проведения операции. В связи с этим, диссертационная работа, посвященная повышению эффективности ЦРО на основе аналитических зависимостей и компьютерного моделирования динамики движения загрузки рабочей камеры ЦРС и контактного взаимодействия зерна абразивной гранулы с обрабатываемой поверхностью, является актуальной.

Научная новизна и практическая значимость исследований

В диссертации представлены результаты, обладающие научной новизной.

На основании компьютерной обработки скоростной киносъемки и теоретических исследований динамики ЦРО установлены распределения давлений и скорости движения гранул в рабочей камере. Исследования проводились с использованием гидродинамического подхода. Установлены 5 зон загрузки рабочей камеры в радиальном сечении с различными весовыми коэффициентами, характеризующими интенсивность обработки.

Разработана уточненная модель процесса взаимодействия абразивной гранулы с обрабатываемой поверхностью при ЦРО на основе современных исследований и анализа с использованием программного обеспечения Ansys. За макрометрическую модель зерна абразивной гранулы принят усеченный конус с площадкой затупления на контактной поверхности. Получены зависимости для расчета съема металла с поверхности обрабатываемой детали и определения установившейся шероховатости. Предложена уточненная методика расчета удаления металла с обрабатываемой поверхности детали. Разработана уточненная методика расчета высотных параметров шероховатости обработанной поверхности и производительности обработки. Разработан алгоритм оптимизации ЦРО.

Практическая значимость результатов исследований определяется:

1. Разработкой уточненной методики расчета параметров абразивной среды, производительности и качества обработки.
2. Предложенным алгоритмом и программой прогнозирования результатов ЦРО.
3. Разработкой усовершенствованного блока расчета и оптимизации технологических процессов для повышения эффективности и качества обработки.

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов

Обоснованность и достоверность полученных результатов обусловлена использованием при проведении теоретических исследований общеизвестных основных положений технологии машиностроения, технической механики и конечноэлементного моделирования. Результаты экспериментальных исследований получены с применением статистических методов обработки.

Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на 12 международных и всероссийских конференциях.

Рекомендации по использованию результатов диссертации

Результаты диссертационного исследования могут быть использованы как теоретическая база при определении параметров ЦРО конкретных деталей без проведения экспериментальных исследований. Предложенные алгоритм и программа прогнозирования результатов ЦРО позволят снизить затраты времени на поиск рационального варианта сочетания технологических параметров обработки.

Общая характеристика работы

Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, общих выводов и рекомендаций, списка литературы, который содержит 104 источника и приложений. Основной текст диссертации изложен на 147 страницах, содержит 99 рисунков и 20 таблиц.

Во введении аргументирована актуальность исследований, приведены научная новизна, практическая значимость диссертации и ее соответствие паспорту научной специальности.

В первой главе приводится обзор литературных источников по исследованиям ЦРО, сформулированы цель и задачи диссертационной работы.

Вторая глава посвящена описанию поведения и моделированию движения загрузки рабочей камеры ЦРС при обработке для определения скоростей, поля давлений и энергии потока абразивных частиц с использованием гидродинамического подхода. Предложена модель единичного взаимодействия зерна абразивной гранулы с поверхностью детали. Получены зависимости для расчетов величин съема металла, установившейся шероховатости поверхности обрабатываемой детали и разработана методика расчета минимального времени обработки. Предложенные зависимости позволяют проводить расчеты параметров и оптимизацию технологических процессов ЦРО.

В третьей главе приведены обоснование и описание выбранных технологического оборудования, приборов, абразивных гранул, обрабатываемых деталей и методики проведения экспериментальных исследований.

В четвертой главе приведены результаты экспериментальных исследований ЦРО, при различных параметрах ее проведения, подтверждающие адекватность полученных теоретических зависимостей для расчетов величин съема металла и шероховатости обработанных поверхностей. Показано, что съем металла с поверхностей деталей является линейной функцией от времени и его величина увеличивается с повышением зернистости абразивных гранул различной формы, угловой скорости вращения ротора ЦРС и времени проведения ЦРО. Наибольшая величина

удельного и весового съема, при одинаковых параметрах проведения ЦРО, с поверхностей деталей из меди, затем из алюминиевого сплава и стали. Величина установившейся шероховатости поверхностей деталей не зависит от времени обработки и повышается с увеличением зернистости абразивных гранул и угловой скорости вращения ротора ЦРС.

Пятая глава посвящена оптимизации параметров проведения ЦРО. Показано, что в качестве целевой экономической функции можно выбирать максимальную производительность, т.е. минимальное время обработки, или минимальную себестоимость ЦРО. Приведены блок-схема алгоритма параметрической оптимизации технологических процессов ЦРО и его описание.

Замечания по работе

По содержанию диссертации могут быть сделаны следующие замечания:

1. При моделировании движения загрузки рабочей камеры ЦРС не учитывались такие параметры, как конструкция ее дна и степень заполнения, которые оказывают значительное влияние на формирование тороидально-винтового потока. Это может затруднить использование результатов исследования для назначения параметров проведения ЦРО на другой модели ЦРС.

2. В технических параметрах используемого станка модели ЦРС-7 указан диапазон частот вращения ротора от 6 до 60 с⁻¹, что соответствует от 360 до 3600 мин⁻¹. Предположительно, это величина угловой скорости в рад/с, что подтверждается экспериментальными исследованиями автора.

3. Не приведены аппаратура и методика экспериментальных исследований глубины внедрения зерен абразивных гранул в обрабатываемые поверхности деталей. Показано только сравнение результатов теоретических и экспериментальных исследований.

4. Теоретические исследования контактных взаимодействий проводились на плоских поверхностях, а экспериментальные — на цилиндрических деталях, что может несколько исказить сравнение результатов.

5. В главе 5 указано, что полученная модель позволяет обеспечивать удаление заусенцев и облоя, скругление острых кромок с одновременным достижением заданного значения шероховатости обработанной поверхности. Однако, в данном исследовании механизмы удаления заусенцев, облоя и скругления острых кромок не рассматривались.

6. В некоторых случаях, одни и те же элементы оборудования, процессы и др. обозначаются по-разному, что затрудняет чтение и понимание работы. Например, ротор рабочей камеры, он же дно, основание, днище, или

тороидально-винтовой поток, он же тороидально-спиральный, тороидальной формы, в котором частицы движутся по спирали и т.д.

Указанные замечания не снижают значимости полученных результатов и не влияют на общую положительную оценку диссертационного исследования Нгуен Ван Тхо.

Общее заключение

Основные результаты диссертации опубликованы в 24 научных работах, в том числе 4 статьи в изданиях Web of Scince и Scopus, 5 статей в рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК РФ.

Автореферат и опубликованные работы достаточно полно отражают основное содержание диссертации и характеризуют результаты проведенных исследований.

Уровень решаемых задач соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук и специальности 2.5.6 –Технология машиностроения (области исследования №2 «Технологические процессы, операции, установки, позиции, технологические переходы и рабочие ходы, обеспечивающие повышение качества изделий и снижение их себестоимости» и №5 «Методы проектирования и оптимизации технологических процессов»).

Диссертационное исследование Нгуен Ван Тхо «Повышение эффективности центробежно-ротационной обработки деталей в абразивных средах» является завершенной научно-квалификационной работой, которая по критериям актуальности, научной новизны, обоснованности и достоверности выводов и рекомендаций соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением правительства Российской Федерации от 24.09.2013, № 842. Автор диссертации Нгуен Ван Тхо заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6 –Технология машиностроения.

Официальный оппонент,
доцент кафедры «Технологии и
оборудование машиностроения»
ФГБОУ ВО «Пензенский
государственный университет»,
к.т.н., доцент

Липов А.В.

03.09.2021

Подпись Липова А.В. удостоверяю,
ученый секретарь Ученого совета
ФГБОУ ВО ПГУ. к.т.н., доцент



Дорофеева О.С.