

Новоуральский технологический институт -

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(НТИ НИЯУ МИФИ)

ул. Ленина, д. 85, г. Новоуральск, Свердловская область, 624130
Тел. (34370) 9-49-51, факс (34370) 9-50-25 E-mail: nsti@mephi.ru

24.11.2016

№

02-09/876

На №

от

Ученому секретарю

Диссертационного совета Д 212.065.06

С.В. Вологдину

426069, Удмуртская Республика

г.Ижевск, ул. Студенческая, д.7

ИжГТУ имени М.Т. Калашникова

Направляем Вам отзыв официального оппонента Закураева В.В. на
диссертационную работу Н.Г.Река.

Приложение: отзыв на 6 л. в 2 экз.

И.о.руководителя

Г.С.Зиновьев

Закураев Виктор Владимирович
☎ (34370)9-37-46



Отзыв

официального оппонента на диссертацию Река Надежды Георгиевны на тему «Система управления лезвийной обработкой металлов на основе определения температуры в зоне резания по расходу электроэнергии», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06. – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» (в машиностроении и приборостроении).

1. Актуальность темы диссертации.

Процессы механической обработки (формообразования) составляют технологическую основу современного машиностроительного производства. Несмотря на значительные успехи в создании интегрированных систем гибкого автоматизированного производства, проблемы управления непосредственно процессом формообразования, окончательно не решены. Причинами такого положения являются особенности высокоскоростного деформирования и последующего отделения слоя обрабатываемого материала под воздействием режущего лезвия. В результате этого процесса механическая работа трансформируется в тепловую энергию, нагревая элементы технологической системы.

Важным критерием оптимальности процесса резания, признаваемого всеми специалистами по механической обработке, является температура резания. Имеющийся научный задел в сфере теплофизики процесса резания во многом объясняет закономерности протекания тепловых процессов в системе резания и создает условия к разработке способов автоматизированного управления этим процессом. Тем не менее, до настоящего времени не созданы приемлемые для практического использования системы управления лезвийной обработкой металлов. Главным препятствием при создании таких систем является отсутствие надежных методов контроля температуры в зоне резания.

В соответствии с вышеизложенным, тема данной диссертационной работы – система управления лезвийной обработкой металлов на основе определения температуры в зоне резания по расходу электроэнергии, является актуальной.

2. Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

1. Положение 1,2 (стр.4 реферата).

Предложенная математическая модель связи расхода электроэнергии привода главного движения с температурой в зоне резания базируется на учете существующих физических основ процесса резания материалов лезвийным инструментом. В частности, на учете баланса тепловой энергии, выделяющейся в зоне резания и рассеяния энергии из зоны резания за одинаковый период времени.

Кроме этого, многочисленными исследованиями установлено, что более 99% работы резания (деформация срезаемого слоя, трение, отделение слоя припуска) преобразуется в тепловую энергию.

В данной работе использовано представление о локальном объеме образующейся стружки, деформируемом тангенциальной составляющей силы резания и нагревающегося в результате совершаемой работы резания. Этот объем назван «нагреваемым телом». Повышение температуры в зоне резания является результатом выделяющегося тепла в локальных объемах стружки, инструмента и обрабатываемой заготовки.

Поскольку источником энергии для процесса резания является электрический двигатель, то с учетом закона сохранения энергии, выделяющееся тепло в «нагреваемом теле» должно быть эквивалентно затратам энергии в электроприводе. На этом основании составлена модель связи мощности двигателя и температуры в зоне резания, а также предложен способ определения температуры в зоне резания по расходу электроэнергии привода главного движения. Вследствие этого, данные положения (п.1 и 2) следует считать обоснованными.

2. Положение 3 (стр.5 автореферата).

Следует отметить, что попытки контроля тепловых процессов, и в частности, определения температуры резания, путем измерения мощности привода главного движения, осуществлялись уже неоднократно. Основным препятствием в реализации данной идеи является низкая точность и надежность результата.

На пути преобразования электрической энергии в тепловую в технологической системе существует множество промежуточных звеньев: электродвигатель; преобразователи движения с присущими им узлами трения и др. Каждый из этих звеньев системы вносит параметрические и функциональные погрешности. Указанные условия значительно снижают возможности регулирования температуры в зоне резания.

В данной диссертационной работе мощность главного электропривода станка, расходуемая на процесс резания, определяется по сигналам датчиков тока и напряжения. Сигнал, пропорциональный мощности электропривода станка, пропускают через динамическое звено, моделирующее динамические свойства тепловой модели процесса резания и преобразованное к виду передаточной функции, связывающей сигналы, характеризующие измеренную мощность и нагрев деформируемой в процессе резания части стружки. Сумма сигнала, пропорционального температуре окружающей среды, и выходного сигнала указанного динамического звена определяет температуру в зоне резания.

Таким образом, предложенные в диссертации динамические модели процесса лезвийной обработки и технологического оборудования, как объектов управления, позволяют учитывать и компенсировать параметрические и сигнальные возмущения, действующие в технологической системе. При этом достигается достаточно высокая точность результата + 2,5%.

На основании этого положение 3 следует считать обоснованным.

3. Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

1. Модель связи температуры в зоне резания с потребляемой мощностью привода главного движения не противоречит фундаментальным законам физики - закону сохранения энергии и законам теплопередачи.

2. Важным моментом, вытекающим из результатов теоретического исследования, является учет передачи тепла локальным объемам (массам) деформируемого материала припуска, которые формируются под действием высокоскоростной деформации сдвига, как в условной плоскости сдвига, так и на участке пластического контакта стружки с передней поверхностью лезвия (все вместе – нагреваемое тело). Выделяемое при деформации тепло эквивалентно расходу тепла, поглощаемого объемом «нагреваемого тела». Средняя температура нагрева указанного объема соответствует средней температуре резания.

3. Результаты выполненных экспериментальных исследований с использованием измерителя температуры согласуются с результатами измерения температуры резания по методу профессора А.Д. Макарова. Это подтверждает достоверность выводов и рекомендаций данной диссертационной работы.

Исходя из этого, достоверность научных положений, выводов и рекомендаций в диссертации обоснована.

4. Новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

1. Основной научный результат диссертационной работы получен путем адекватной замены реальных теплофизических условий процесса стружкообразования при преобразовании электрической энергии в механическую, а затем, в тепловую посредством математической модели связи температуры в зоне резания с расходом электроэнергии, затрачиваемой на процесс резания. Вследствие этого информативным параметром температуры резания является расход электрической энергии привода главного движения. Указанный параметр значительно проще поддается измерению, по сравнению с существующими методами измерения температуры резания.

2. Предложенный на этой основе способ автоматического определения температуры резания в сочетании с разработанными динамическими моделями взаимодействия процесса формообразования и металлорежущего станка, как объектов управления, обеспечили возможность создания системы

автоматического регулирования температуры в зоне резания для изменения режима обработки.

3. Таким образом, научные положения диссертации обладают новизной, как в части выявленных закономерностей, связывающих теплофизику резания с расходом электрической энергии, так и практической реализации результатов научной работы.

5. Теоретическая и практическая значимость работы.

1. В диссертационной работе впервые осуществлен отход от традиционных методов анализа теплового состояния зоны резания, применяемых ранее (метод тепловых источников, метод конечных разностей и ряд других). Предложенная модель позволила существенно повысить возможности использования существующих элементов электропривода для создания метода автоматического определения температуры в зоне резания.

2. Предложенная система автоматического регулирования температуры для управления процессом резания обеспечивает стабильность средней температуры резания при обработке заготовок. Это, в свою очередь, создает возможности достижения высокой точности обработки и заданного качества обработанной поверхности.

3. На основе предложенных рекомендаций и разработок возможно создание новых систем автоматического управления процессом механической обработки.

6. Замечания по диссертационной работе.

1. Пункт 5.2.1.2 диссертации. При оценке работоспособности имитационной модели процесса резания методом сопоставления результатов моделирования с экспериментальными данными сделаны выводы об идентичности модели с реальными регулировочными характеристиками. Выводы, изложенные на стр. 110 и 111 диссертации, констатируют адекватность модели на основе визуального сопоставления и качественного сходства графиков зависимости температуры в зоне резания от скорости резания. При этом не отражены физические причины идентичности экспериментальных и расчетных значений температур.

2. Пункт 5.2.1.4. На стр. 118 рис. 5.14 диссертации делается вывод о том, что при увеличении скорости резания, температура в зоне резания снижается после достижения некоторого максимального значения. В тексте работы нет объяснения этому факту, т.е. с ростом скорости резания увеличивается мощность

резания и, соответственно, мощность двигателя (по-видимому, должна снижаться и мощность резания или мощность привода?).

3. В пункте 4.5 представлен измеритель тангенциальной силы резания – P_z . Величина силы P_z определяется по величине тока привода главного движения. Известно, что при работе лезвие инструмента изнашивается. При износе лезвия тангенциальная сила P_z также увеличивается на величину P_h (стр. 70, 71 диссертации). В соответствии с расчетной моделью из измеренной силы P_z вычитается сила P_h , расходуемая на износ инструмента и остается разность, равная силе P_{z0} , соответствующая значению силы при неизношенном инструменте ($P_z - P_h = P_{z0}$). Эта разность, вероятнее всего, будет оставаться неизменной, поскольку данные исходят из одного источника – тока двигателя. Означает ли это условие отсутствия влияния износа на температуру резания?

4. Разработанная система автоматического регулирования (САРТ) температуры должна настраиваться на определенное значение регулируемого параметра (температуры). Несмотря на многочисленные исследования тепловых явлений при резании, не созданы какие-либо нормативные данные, пригодные для их использования в САРТ. Имеются лишь нормативы режимов резания, по которым невозможно установить значения температуры резания. В диссертационной работе не отражены условия и возможности определения значений уставок регулируемого параметра (температуры).

Заключение

Диссертация Река Надежды Георгиевны в целом является актуальной, законченной и самостоятельной научно-квалификационной работой. Поставленная цель исследования достигнута, а задачи решены. Основные выводы по работе научно обоснованы и достоверны. Теоретические положения подтверждены результатами экспериментальных данных. В целом, полученные результаты имеют научную новизну и практическую ценность. Личный вклад автора работы достаточно существенен.

Основные результаты исследований опубликованы в 16 печатных работах, в том числе, 4 публикации из списка в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, а также докладывались на конференциях, симпозиумах Всероссийского и международного уровня.

Содержание автореферата адекватно отражает основные положения диссертации. Диссертация и автореферат логично изложены и хорошо оформлены.

На основании вышеизложенного, считаю, что диссертационная работа Н.Г. Река соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание

ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в машиностроении и приборостроении)», а автор – Река Надежда Георгиевна заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06.

Официальный оппонент, Закураев Виктор Владимирович
к.т.н., доцент, заведующий
кафедрой Технологии машиностроения
Новоуральского Технологического института (филиала)
Национального исследовательского ядерного университета МИФИ

624130, Россия, Свердловская область,
г. Новоуральск, ул. Ленина, д.85.
Тел. (34370)94951, факс (34370)95025
e-mail: tm@nsti.ru

 В.В. Закураев

Подпись Закураева Виктора Владимировича заверяю
Секретарь ученого совета НТИ НИЯУ МИФИ



О.А. Грицова