

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет (ПНИПУ)»

В диссертационный совет  
24.2.417.01  
при ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»,  
ученому секретарю  
диссертационного совета  
Анцеву Александру Витальевичу

---

614990, Пермский край, г. Пермь,  
Комсомольский проспект, д. 29,  
тел. 8(342) 212-39-27  
факс 8(342) 219-80-67,  
e-mail: rector@pstu.ru, <http://www.pstu.ru>

---

300012 г. Тула, пр. Ленина, д. 92

### ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Воронина Владислава Вадимовича  
«Формирование условий максимальной работоспособности сменных режущих твердосплавных пластин на основе вибрационных характеристик», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Работа посвящена исследованию и решению задачи назначения скорости резания при точении крупногабаритных деталей из труднообрабатываемых сталей и сплавов, при обработке которых необходимо обеспечивать максимальную работоспособность сборных резцов со сменными режущими твердосплавными пластинами (СРТП) для завершения одного прохода, а также возможность ускоренного назначения скорости резания при смене инструментального твердого сплава. В данном направлении проведено большое число исследований, однако сегодня по-прежнему большинство площадок механической обработки применяют долгосрочные стойкостные испытания или ориентируются на широкий диапазон скоростей резания, рекомендуемый производителем СРТП. Поэтому поставленные и решенные в данной работе задачи по формированию условий максимальной работоспособности СРТП при точении деталей из труднообрабатываемых сталей и сплавов являются безусловно актуальными.

Автор предложил формирование условий максимальной работоспособности СРТП на основе вибрационных характеристик при точении. Для решения задач автором установлены взаимосвязи между скоростями резания, величинами среднеквадратичного значения главной составляющей виброускорения резца, минимальными значениями главной составляющей силы резания, поверхностным износом резца и видом стружки при разных скоростях резания, а также наличие критических точек зависимости главной составляющей виброускорения от скорости резания, позволяющих определить границы диапазона скоростей резания, обеспечивающего условия максимальной работоспособности СРТП сборных резцов, при точении деталей из ряда труднообрабатываемых сталей и сплавов в зоне высокотемпературного охрупчивания, что действительно можно отнести к научной новизне данной работы.

Результаты исследования имеют практическую значимость для отечественного производства, которая заключается в разработке и внедрении в производство разработанной методики определения диапазона скоростей резания и реализующего методику в автоматическом режиме прототипа системы определения и поддержания диапазона скоростей резания, обеспечивающего условия максимальной работоспособности СРТП сборных резцов при точении ряда труднообрабатываемых сталей и сплавов.



ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»

Ученому секретарю диссертационного совета 24.2.417.01 докт. техн. наук

Анцеву Александру Витальевичу

300012 г. Тула, пр. Ленина, д. 92.

### ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Воронина Владислава Вадимовича «Формирование условий максимальной работоспособности сменных режущих твердосплавных пластин на основе вибрационных характеристик», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

Диссертация посвящена решению сложной и актуальной научно-технической задачи – обеспечению максимальной стойкости инструмента для завершения обработки крупногабаритных деталей за один проход путем формирования условий максимальной работоспособности сменных режущих твердосплавных пластин (СРТП) при точении деталей из труднообрабатываемых сталей и сплавов.

Актуальность работы определяется тем, что в настоящее время при обработке деталей из труднообрабатываемых сталей и сплавов назначение скорости резания при точении осуществляется путем уточнения посредством стойкостных испытаний широких диапазонов скоростей резания, рекомендуемых производителем сменных режущих твердосплавных пластин.

Научный интерес представляют установленные соискателем взаимосвязи между диапазоном скоростей резания, изменением величины среднеквадратичного значения главной составляющей виброускорения резца  $A_z$ , минимальными значениями главной составляющей силы резания  $P_z$ , относительным поверхностным износом резца по задней поверхности  $h_{onz}$  и изменением вида стружки при разных скоростях резания, а также установленное наличие критических точек зависимости главной составляющей виброускорения от скорости резания, позволяющих определить границы диапазона скоростей резания, обеспечивающего условия максимальной работоспособности сборных резцов, при точении деталей из

ряда труднообрабатываемых сталей и сплавов в зоне высокотемпературного охрупчивания.

Практическую ценность представляют разработанные автором методика определения диапазона скоростей резания и реализующий эту методику в автоматическом режиме прототип системы определения и поддержания диапазона скоростей резания, обеспечивающего условия максимальной работоспособности СРТП сборных резцов при точении ряда труднообрабатываемых сталей и сплавов.

Практическая значимость работы подтверждается актами внедрения в производство результатов диссертационной работы на площадках ПАО «Тюменские моторостроители» и НПО «Базовое машиностроение». Результирующий экономический эффект от внедрения результатов исследований оценивается в 314,7 тыс. рублей в год.

При общей положительной оценке имеются некоторые замечания по автореферату диссертации:

1) В автореферате отсутствует информация о шероховатости обработанной поверхности.

2) Из автореферата не ясно, каким образом проводилось измерение температуры резания.

В целом, диссертация Воронина Владислава Вадимовича является завершенной научно-исследовательской работой, которая содержит новые научно-обоснованные результаты. Диссертационная работа соответствует требованиям, п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор Воронин Владислав Вадимович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Доктор техн. наук 2.5.6. (05.02.08 –  
Технология машиностроения), профессор,  
заслуженный работник высшей школы РФ,  
заведующий кафедрой «Автоматизация и  
технология машиностроения»  
ФГАОУ ВО «Севастопольский  
государственный университет»,  
г. Севастополь, ул. Университетская, 33  
299053, тел. +7(8692) 540-667  
bratan@sevsu.ru  
дата 28.10.2024

Братан Сергей Михайлови



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Воронина Владислава Вадимовича** на тему: «Формирование условий максимальной работоспособности сменных режущих твердосплавных пластин на основе вибрационных характеристик», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

Назначение режимов резания, обеспечивающих максимальную работоспособность сменных режущих твердосплавных пластин сборных резцов, т.е. минимальный относительный поверхностный износ резца по задней поверхности  $h_{отз}$  при минимальной главной составляющей силы резания  $P_z$ , требуется при точении крупногабаритных деталей газотурбинных двигателей из труднообрабатываемых сталей и сплавов, когда необходимо обеспечить достаточную стойкость для завершения обработки за проход. Разработка метода определения и поддержания диапазона скоростей резания, формирующего условий максимальной работоспособности сменных режущих твердосплавных пластин сборных резцов, реализуемого в автоматической системе управления скоростью резания при точении, является актуальной научной задачей.

Согласно материалам, представленным в автореферате, автором предложены пути формирования условий максимальной работоспособности сменных режущих твердосплавных пластин сборных резцов в автоматическом режиме при точении труднообрабатываемых сталей и сплавов на основе математического анализа вибрационных характеристик резца с использованием явления высокотемпературного охрупчивания обрабатываемых материалов.

Следует отметить, что диссертант проанализировал известные решения по поставленной проблеме и грамотно использовал разнообразные методы исследований, которые дают четкое представление об отдельных положениях и диссертационной работе в целом.

Научную новизну работы характеризуют установленные зависимости между диапазоном скоростей резания и изменением величины среднеквадратичного значения главной составляющей виброускорения резца при разных скоростях резания в процессе точения деталей из ряда труднообрабатываемых сталей и сплавов в зоне высокотемпературного охрупчивания.



Ученому секретарю  
диссертационного совета 24.2.417.01  
д.т.н. Анцеву Александру Витальевичу  
300012, г. Тула, проспект Ленина,  
д. 92, учебный корпус 9, ауд. 101.

## **ОТЗЫВ**

Маслова Андрея Руффовича, доктора технических наук по специальности 05.02.07, профессора кафедры МТ2 «Инструментальная техника и технологии» ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана) на автореферат диссертации Воронина Владислава Вадимовича «Формирование условий максимальной работоспособности сменных режущих твердосплавных пластин на основе вибрационных характеристик», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

### **1. Актуальность и существо представленной работы**

Назначение режимов резания при освоении новых изделий осложняется из-за отсутствия полноценных сведений об обрабатываемости материала заготовок при широкой номенклатуре изделий, находящихся в производстве.

Существует ряд физических параметров, которые в наибольшей степени корреляционно связаны в процессе резания: а) износ по задней поверхности и размерный износ; б) ЭДС резания и температура в зоне резания; в) сила резания и крутящий момент; г) шероховатость обработанной поверхности и уровень вибраций в технологической системе (ТС); л) сила тока или потребляемая мощность привода.

В известных работах использование одного из перечисленных параметров для обеспечения высокой надежности работы металлорежущей ТС или с целью экономии ресурсов носит как правило теоретический или, в

лучшем случае, поисковый характер на примере одной лабораторной проверки.

Весь спектр методов диагностирования ТС с целью снизить расход инструмента на практике ограничен только измерением потребляемой мощности, что эффективно для предварительной обработки с большими допусками на заготовке. С появлением аддитивных технологий и порошкового литья и эта диагностика теряет актуальность.

Задачу экономии расходов на инструмент уже давно решают комплексно путем анализа и оптимизации всех затрат на изделие. Инструментальные фирмы приспособляются к такой постановке вопроса и задают 90-процентную гарантию работоспособности сменных многогранных пластин (СМП) при установленном изготовителем СМП периоде эксплуатации в минутах для данной группы применения материала заготовки по ГОСТ Р ИСО 513–2010 «Материалы твердые режущие. Обозначение групп применения».

В рассматриваемой работе поставлена цель – сформировать условия максимальной работоспособности (УМР) сменных режущих твердосплавных пластин (СРТП) сборных резцов в автоматическом режиме при точении труднообрабатываемых сталей и сплавов на основе математического анализа вибрационных характеристик резца с использованием явления высокотемпературного охрупчивания обрабатываемых материалов.

При такой формулировке цели и постановке соответствующих задач теме диссертации соискателя Воронина В. В. можно считать актуальной.

## **2. Новые научные результаты**

1. Установлена взаимосвязь между диапазоном скоростей резания сборным резцом и изменением величины СКЗ главной составляющей виброускорения резца при разных скоростях резания в процессе точения заготовки из труднообрабатываемой стали в режиме высокотемпературного охрупчивания.

2. Установлена взаимосвязь между минимальными значениями главной

со-ставляющей силы резания  $P_z$ , относительным поверхностным износом резца по задней поверхности  $h_{onz}$ , изменением вида стружки и диапазоном скоростей резания, определенном по зависимости СКЗ главной составляющей виброускорения резца  $A_z$  от скорости резания.

3. На основании математического анализа установлено наличие критических точек зависимости СКЗ главной составляющей виброускорения от скорости резания, позволяющих определить границы диапазона скоростей резания, обеспечивающего максимальную работоспособность СМП сборных резцов, при точении деталей из ряда труднообрабатываемых сталей и сплавов в зоне высокотемпературного охрупчивания.

### **3. Практическая значимость**

1. Разработана методика определения диапазона скоростей резания, обеспечивающего максимальную работоспособность СМП сборных резцов, на основе математического анализа зависимости СКЗ главной составляющей виброускорения  $A_z$  резца от скорости резания при точении деталей из ряда труднообрабатываемых сталей и сплавов.

2. Разработан алгоритм математического анализа зависимости главной составляющей виброускорения резца  $A_z$  от скорости резания, позволяющий определить диапазон скоростей резания, обеспечивающий максимальную работоспособность СМП сборных резцов в автоматическом режиме.

3. Результаты работы в виде методики формирования максимальной работоспособности СМП в сборных резцах, а также прототип автоматической системы определения и поддержания заданного диапазона скоростей резания, внедрены в производство.

Результаты диссертационной работы соискателя Воронина В. В. прошли широкую апробацию и в значительной мере опубликованы.

### **4. Замечания.**

В результате рассмотрения текста автореферата имеются следующие замечания.

1. Из таблицы 3 автореферата не следует что достигнута максимальная работоспособность, так как у автора установлена максимальная скорость 150 м/мин, а у производителя СРТП (ISCAR) – 180 м/мин.

2. Из п.1 следует вопрос, по какому критерию устанавливаются условия максимальной работоспособности (УМР)?

3. Автор не соблюдает установленные государственными стандартами термины и обозначения резцов и СМП.

4. Из п. 3 следует вопрос, каким резцом велась обработка?

### **Заключение**

В диссертационной работе Воронина Владислава Вадимовича «Формирование условий максимальной работоспособности сменных режущих твердосплавных пластин на основе вибрационных характеристик», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки получены новые результаты в виде научно-обоснованных решений по повышению эффективности производства деталей из труднообрабатываемых сталей и сплавов в автоматическом режиме их точения, что дает возможность обобщения полученных результатов и рекомендации их для применения в производственных условиях.

Рассмотрение автореферата позволяет сделать выводы, что выполнена законченная научно-квалификационная работа, в которой изложены научно обоснованные технические и технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития машиностроения России.

Личный вклад соискателя установлен при рассмотрении публикаций, перечисленных в автореферате.

По материалам автореферата можно сделать вывод, что диссертационная работа соответствует пп. 9-11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением

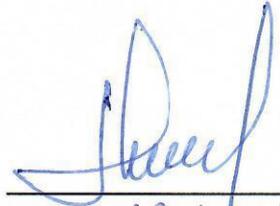
Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор Воронин Владислав Вадимович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Отзыв подписал

д.т.н., профессор кафедры МТ2

«Инструментальная техника

и технологии» МГТУ им. Н.Э. Баумана»



29.10.24

А.Р. Маслов

Адрес: 105005, Россия, Москва, ул. 2-я Бауманская, д. 5.

Тел. 8(499)263-65-03

E-mail: [maslovar@bmstu.ru](mailto:maslovar@bmstu.ru)

*Содержит завершение*



УПРАВЛЕНИЕ ПО ПЕРСОНАЛУ  
ОТДЕЛА КАДРОВОГО  
УПРАВЛЕНИЯ  
ДЫКИНА Л.Д.

### ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Воронина Владислава Вадимовича на тему «Формирование условий максимальной работоспособности сменных режущих твердосплавных пластин на основе вибрационных характеристик», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (технические науки).

Диссертационная работа посвящена методам назначения режимов резания при точении деталей из труднообрабатываемых сталей и сплавов. Тема исследования актуальна, так как на производстве крупногабаритных деталей востребовано формирование условий максимальной работоспособности сменных твердосплавных пластин при точении, обеспечивающее достаточную стойкость инструмента для завершения обработки за проход.

В диссертационной работе проведен ряд экспериментальных исследований, направленных на установление взаимосвязей между скоростями резания, величинами среднеквадратичного значения главной составляющей виброускорения резца, минимальными значениями главной составляющей силы резания, относительным поверхностным износом резца и видами стружки при разных скоростях резания. В результате были определены критические точки зависимости главной составляющей виброускорения от скорости резания, позволяющие найти границы диапазона скоростей резания, обеспечивающего условия максимальной работоспособности сменных твердосплавных пластин сборных резцов, при точении деталей из ряда труднообрабатываемых сталей и сплавов.

Автором разработаны и внедрены в производство методика определения диапазона скоростей резания и реализующий методику в автоматическом режиме прототип системы определения и поддержания диапазона скоростей резания, обеспечивающего условия максимальной работоспособности сменных твердосплавных пластин сборных резцов при точении ряда труднообрабатываемых сталей и сплавов.

В результате изучения автореферата диссертации возникли вопросы:

1. Какие факторы оказывают доминирующее влияние на вид стружки, кроме скорости резания?

2. Почему в итоге в качестве датчика вибрации был выбран акселерометр, а не проксиметр?

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки работы. Метод формирования условий максимальной работоспособности

сменных режущих твердосплавных пластин на основе вибрационных характеристик, разработанный в данной работе, включает в себе практическую ценность и научную новизну.

В целом представленная диссертационная работа является законченным научно-квалификационным трудом. Работа отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Воронин Владислав Вадимович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (технические науки)

Попов Андрей Юрьевич  
Профессор кафедры  
«Металлорежущие станки и  
инструменты»  
ФГАОУ ВО «ОмГТУ»,  
доктор технических наук  
по специальности 05.03.01 –  
«Процессы механической и физико-  
технической обработки, станки и  
инструмент», профессор

А.Ю. Попов

Подпись Попова А.Ю. удостоверяю  
начальник управления персоналом  
ОмГТУ



Ю.А. Духовских

Дата: « 30 » 10 2024 г.

Подписи:
_____
Заверяю:
Начальник управления персоналом
« ____ » ____ 20__ г.

В диссертационный совет 24.2.417.01

Ученому секретарю Анцеву А. В.

300012 г. Тула, пр. Ленина, д. 92,

### **ОТЗЫВ**

на автореферат диссертации Воронина Владислава Вадимовича на тему «Формирование условий максимальной работоспособности сменных режущих твердосплавных пластин на основе вибрационных характеристик», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

**Актуальность** темы диссертационного исследования, связанного с разработкой метода определения и поддержания диапазона скоростей резания, обеспечивающего условия максимальной работоспособности сменных твердосплавных пластин при точении, не вызывает сомнений.

**Научная новизна** работы заключается в установленных закономерностях, позволяющих на основе математического анализа виброускорения резца при точении деталей из труднообрабатываемых сталей и сплавов определить диапазон скоростей резания, соответствующий минимальным значениям относительного износа резца по задней поверхности и главной составляющей силы резания.

**Практическая значимость** заключается в разработке способа, положенного в основу системы автоматического определения и поддержания искомых скоростей резания при точении деталей из труднообрабатываемых сталей и сплавов (патент № 2806933), а также реализующая этот способ программа для ЭВМ (свид. №2023685988).



В диссертационный совет  
24.2.417.01 при ФГБОУ ВО  
"Тульский государственный  
университет"  
300012, Россия, г.Тула. проспект  
Ленина, д.92, учебный корпус 9,  
ауд. 101

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы

Воронина Владислава Вадимовича на тему:

"Формирование условий максимальной работоспособности сменных режущих твердосплавных пластин на основе вибрационных характеристик", представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

### **Актуальность.**

Эффективность работы современных металлообрабатывающих систем во многом определяются режимами их работы. Обеспечение максимальной работоспособности режущего инструмента базируется на комплексе физических явлений высокоскоростной деформации и разрушения слоя материала припуска. Разработка методов автоматизированного определения условий обеспечивающих максимальную работоспособность инструмента на основе измерения и обработки вибрационных параметров процесса, полученных непосредственно из зоны резания, является актуальной задачей.

### **Научная новизна**

1. Установлена взаимосвязь между скоростью резания, соответствующей зоне высокотемпературного охрупчивания, и величиной СКЗ амплитуд виброускорения реза обеспечивающая УМР СРТП режущего инструмента при точении заготовок из труднообрабатываемых сталей и сплавов в зоне высокотемпературного охрупчивания.

2. Установлена взаимосвязь между минимальными значениями главной составляющей силы резания  $P_z$ , относительным поверхностным износом реза по задней поверхности  $h_{онз}$ , изменением вида стружки и диапазоном скоростей резания, определенном по зависимости СКЗ главной составляющей виброускорения реза  $A_z$  от скорости резания.

3. На основании математических расчетов установлено наличие критических точек зависимости СКЗ главной составляющей виброускорения

от скорости резания, позволяющих определить границы диапазона скоростей резания, обеспечивающего УМР СРТП сборных резцов при точении деталей из ряда труднообрабатываемых сталей и сплавов в зоне высокотемпературного охрупчивания.

### **Практическая значимость**

1. Разработана методика определения диапазона скоростей резания, обеспечивающего УМР СРТП сборных резцов, на основе математического анализа зависимости СКЗ главной составляющей виброускорения  $A_z$  резца от скорости резания при точении деталей из ряда труднообрабатываемых сталей и сплавов.

2. Разработан алгоритм вычислений зависимости главной составляющей виброускорения резца  $A_z$  от скорости резания, позволяющий определить диапазон скоростей резания, обеспечивающий УМР СРТП сборных резцов в автоматическом режиме.

3. Разработан прототип системы автоматического определения и поддержания диапазона скоростей резания, обеспечивающего УМР СРТП сборных резцов, на основе математического анализа зависимости главной составляющей виброускорения резца от скорости резания при точении ряда труднообрабатываемых сталей и сплавов.

4. Результаты работы в виде методики формирования УМР СРТП сборных резцов, а также в виде прототипа автоматической системы определения и поддержания диапазона скоростей резания, обеспечивающего УМР СРТП сборных резцов, внедрены в производство.

### **Публикации по теме диссертации**

По основному содержанию диссертации опубликовано 5 работ в журналах из перечня ВАК, 1 публикация в журнале, входящем в систему цитирования SCOPUS, опубликовано 11 работ в других изданиях, получен патент на изобретение и свидетельство о государственной регистрации программы ЭВМ.

### **Вопросы, замечания**

В тексте реферата отсутствуют данные о частотном составе сигнала виброускорения, что не позволяет с уверенностью судить о надежной работе системы управления режимом резания, предложенной в данной работе.





МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И  
НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(УлГТУ)

Северный Венец ул., д.32.  
г.Ульяновск, 432027, Россия  
Тел.: (8422) 43-06-43; факс (8422) 43-02-37  
e-mail: [rector@ulstu.ru](mailto:rector@ulstu.ru) <http://www.ulstu.ru>  
ОКПО 02069378, ОГРН 1027301160226  
ИНН/КПП 7325000052/732501001

12.11.2024 № 1879/16-02

На \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Ученому секретарю диссертационного  
совета 24.2.417.01, Анцеву А.В.  
ФГБОУ ВО «Тульский  
Государственный университет»  
300012, г. Тула, проспект Ленина, д. 92.

### ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Воронина В.В. на тему «Формирование условий максимальной работоспособности сменных режущих твердосплавных пластин на основе вибрационных характеристик», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

Повышение работоспособности режущего инструмента является важной задачей обработки материалов резанием. Поэтому работа Воронина В.В., направленная на формирование условий, обеспечивающих максимальное повышение работоспособности твердосплавного режущего инструмента, является актуальной и представляет научный и практический интерес.

Автором решена актуальная научная задача по разработке и практической реализации метода формирования условий максимальной работоспособности сменных твердосплавных пластин сборных резцов на основе выявленной взаимосвязи процесса высокотемпературного охрупчивания обрабатываемого материала и параметров виброускорения сборного резца при резании труднообрабатываемых материалов.

К научной новизне работ можно отнести выявленные автором взаимосвязи между изменением величины главной составляющей виброускорения резца, изменением типа стружки и минимальными значениями относительного износа сборных резцов с диапазоном скоростей резания, обеспечивающим условия максимальной работоспособности сборных резцов.



Ученому секретарю диссертационного совета 24.2.417.01  
при ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»  
300 012, г. Тула, пр. Ленина, д. 92, Анцеву А.В.

### ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Воронина Владислава Вадимовича «**Формирование условий максимальной работоспособности сменных режущих твердосплавных пластин на основе вибрационных характеристик**», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»

**Актуальность.** Адаптивное регулирование параметров режима обработки, обеспечивающих максимальную производительность при требуемом качестве получаемой детали с наибольшей стойкостью инструмента, является актуальной задачей металлообработки. Разработка прототипа системы автоматического определения и поддержания режимных параметров на основе установления взаимосвязи между ними и главной составляющей виброускорения режущей части резца также является актуальным.

**Научная новизна,** по нашему мнению, связана с выявлением комплекса зависимостей между главной составляющей виброускорения режущей части резца, скоростью резания, температурой в зоне резания (в области высокотемпературного охрупчивания), износом резца и главной составляющей силы резания при точении заготовок из труднообрабатываемых сталей и сплавов.

**Научная ценность** заключается в развитии теории диагностики процессов резания лезвийными инструментами на основе достаточно легко измеряемого параметра – виброускорения режущей части резца путем установления взаимосвязи этого параметра с ключевыми факторами процесса резания.

**Практическая ценность** заключается в повышении эффективности обработки труднообрабатываемых сталей и сплавов на основе мониторинга обоснованно выбранного измеряемого параметра – главной составляющей виброускорения режущей части резца.

#### Замечание.

Приведенные в автореферате выводы и результаты констатируют установленные автором диссертации взаимосвязи, разработанный алгоритм и изготовленный прототип системы управления скоростью резания. Не удалось обнаружить в выводах обобщение и подтверждение выдвинутой на стр. 5 автореферата гипотезы, то есть интерпретацию самого физического явления – взаимосвязи между виброускорением режущей части реза, скоростью резания, силой резания, температурами и износом инструмента.

**Вывод.** Несмотря на замечание считаем, что диссертация является актуальной законченной научно-квалификационной работой, в которой имеются указанные выше научная новизна и практическая ценность, изложены новые научно обоснованные технические, технологические решения; работа соответствует требованиям к кандидатским диссертациям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор, Воронин В.В. заслуживает присуждения ему искомой ученой степени по специальности 2.5.5 «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки».

Первый заместитель директора Политехнического института «Южно-Уральского государственного университета» (ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»), доктор технических наук по специальностям 05.02.08 – Технология машиностроения и 05.03.01 – Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки, профессор

ВЕРНО

Начальник службы  
делопроизводства ЮУрГУ  
Н.Е. Цибулина

Щуров Игорь Алексеевич  
01.11.2024

Ученому секретарю диссертационного  
совета, созданного на базе 24.2.417.01  
ФГБОУ ВО «Тульский государственный  
университет» А.В. Анцеву  
300012, г. Тула, пр. Ленина, д. 92

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Воронина Владислава Вадимовича на тему  
«Формирование условий максимальной работоспособности сменных режущих  
твердосплавных пластин на основе вибрационных характеристик»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической  
и физико-технической обработки

Назначение режимов резания для обработки деталей из жаропрочных, жаростойких и коррозионностойких сталей и сплавов является сложной производственной задачей. При смене марки твердого сплава или партии обрабатываемого материала требуется повторное назначение режимов резания, а ускорение и автоматизация этого процесса является актуальной задачей, так как позволяет существенно сократить переходный период при возобновлении производства и исключить человеческий фактор при проведении испытаний. Несомненно, работа, направленная на формирование условий максимальной работоспособности сменных режущих твердосплавных пластин (СРТП) на основе вибрационных характеристик, является актуальной и имеет практическую значимость для металлообрабатывающей промышленности.

Новизна работы, заключающаяся в установлении взаимосвязи между диапазоном скоростей резания, изменением величины среднеквадратичного значения главной составляющей виброускорения резца, минимальными значениями главной составляющей силы резания, относительным поверхностным износом резца по задней поверхности и изменением вида стружки при разных скоростях резания, а также установлении наличия критических точек зависимости главной составляющей виброускорения от скорости резания, позволяющих определить границы диапазона скоростей резания, обеспечивающего условия максимальной работоспособности СРТП сборных резцов, при точении деталей из ряда труднообрабатываемых сталей и сплавов в зоне высокотемпературного охрупчивания не вызывает сомнений. При этом стоит отметить, что работа имеет хорошую экспериментальную базу и сравнение данных с современными режущими инструментами.

Автореферат написан хорошим техническим языком, насыщен поясняющими графиками, отражает логику и результаты выполненной работы, при этом по автореферату можно отметить следующие замечания:

1. Работоспособность резцов может определяться стойкостью, производительностью процесса резания, количеством выпускаемой продукции и т.д. Из автореферата не ясно, что именно вкладывается в термин максимальной

работоспособности СРТП резцов и каким образом решалась задача получения ее максимума.

2. В четвертой главе представлены результаты экспериментальных исследований вибрации резца, однако не ясно учитывались ли вибрации других элементов и узлов станка, а также проводилась ли корреляция полученных значений с собственными частотами станка.

Диссертация на тему «Формирование условий максимальной работоспособности сменных режущих твердосплавных пластин на основе вибрационных характеристик», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, является научно-квалификационной работой и соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук (пп. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г.), а ее автор Воронин Владислав Вадимович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Заместитель первого проректора, доктор технических наук, доцент, государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Альметьевский государственный технологический университет «Высшая школа нефти», 423462, РТ, м.р-н Альметьевский, г. Альметьевск, ул. Советская, д. 186 А, пом. 1003, тел.: 8(8553) 31-09-50 (доб. 54000), e-mail: alni@rambler.ru, info@agni-rt.ru, rechenko-denis@mail.ru.

Научная специальность 05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Я, Реченко Денис Сергеевич, даю своё согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Денис Сергеевич Реченко

«05» 11 2024 г.

Подпись Д.С. Реченко заверяю  
Начальник отдела кадров



С.А. Норкина

Ученому секретарю диссертационного  
совета 24.2.417.01 Анцеву А.В.  
300012 г. Тула, пр. Ленина, д. 92

### Отзыв

на автореферат диссертации Воронина Владислава Вадимовича на тему  
«Формирование условий максимальной работоспособности сменных режущих  
твердосплавных пластин на основе вибрационных характеристик», представленной  
на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5.  
Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

В работе Воронина В.В. представлены результаты экспериментальных исследований влияния скорости резания на величины главной составляющей силы резания, относительного износа резца, температуры резания, среднеквадратичного значения (СКЗ) главной составляющей виброускорения резца и виды стружки при точении ряда труднообрабатываемых сталей и сплавов. Представляющими интерес являются полученные закономерности изменения вида стружки и величины СКЗ главной составляющей виброускорения, обусловленные явлением высокотемпературного охрупчивания обрабатываемых материалов при резании. Анализ полученных данных в системном виде позволил выявить ряд закономерностей, позволивших установить диапазоны скоростей резания (температур резания), обеспечивающих условия максимальной работоспособности сменных режущих пластин из инструментальных твердых сплавов в паре с обрабатываемым материалом. Назначение скоростей резания на основании изменения физико-механических свойств обрабатываемых материалов в процессе резания, несомненно, является **актуальной задачей**.

**Научная новизна** работы, прежде всего, определяется установленными взаимосвязями между диапазоном скоростей резания, обеспечивающим условия максимальной работоспособности сменных режущих твёрдосплавных пластин сборных резцов, и изменением величины СКЗ главной составляющей виброускорения резца в совокупности с главной составляющей силы резания, относительным износом резца и видом стружки. В качестве наиболее **значимых с практической** точки зрения результатов работы необходимо отметить разработку системы, реализующей разработанную автором методику для работы в автоматическом режиме и ее внедрение в производство. Это подтверждается наличием патента на способ (№ 2806933), свидетельством о регистрации программы для ЭВМ (№2023685988), реализующей этот способ, и техническими актами о внедрении результатов исследований на предприятиях машиностроительной отрасли.

Судя по автореферату, представленная диссертационная работа, выполнена логично и имеет четкую структуру. Выполненные экспериментальные исследования

последовательны и имеют целостный характер. Приведенные в автореферате результаты показывают, что Воронин В.В. выполнил большой объем как теоретической, так и экспериментальной работы. Достоверность полученных результатов не вызывает сомнений.

По автореферату имеется **замечание**. В работе введен новый термин «главная составляющая виброускорения резца», хотелось бы получить более подробное обоснование необходимости введения данного термина.

Тем не менее, имеющееся замечание носит частный характер и не затрагивает сути защищаемых положений и выводов, а также не снижает ценности работы.

**Заключение.** Считаю, что диссертация «Формирование условий максимальной работоспособности сменных режущих твердосплавных пластин на основе вибрационных характеристик», является законченным исследованием, удовлетворяющим требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней (пп. 9-14», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Воронин Владислав Вадимович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Панин Сергей Викторович,

С.В. Панин

ученая степень: доктор технических наук  
по специальности 01.02.04 Механика

деформируемого твердого тела,

ученое звание: профессор по специальности МДТТ,  
профессор РАН,

должность: заведующий лабораторией механики

полимерных композиционных материалов,

главный научный сотрудник

ФГБУН Институт физики прочности и

материаловедения Сибирского отделения

Российской академии наук

адрес: 634055, г. Томск, пр-т

Академический, д. 2/4,

Телефон: +7(3822) 49-18-81,

e-mail: root@ispms.tomsk.ru

подпись С.В. Панина заверяю  
ученый секретарь ИФПМ СО РАН, к.ф.-м.н



2

Н.Ю. Матолыгина

05.11.2024

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Воронина Владислава Вадимовича «Формирование условий максимальной работоспособности сменных режущих твердосплавных пластин на основе вибрационных характеристик», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук

Управление процессом резания на операциях механической обработки является базой повышения эффективности технологических процессов. Для реализации этой процедуры необходимы обоснованные критерии, учитывающие условия конкретной операции: вид операции, физико-механические свойства обрабатываемого и инструментального материала, требования к качественным выходным характеристикам операции и т.п. Под руководством профессора Артамонова Евгения Владимировича ведутся комплексные исследования по разработке различных критериев, позволяющих обеспечивать условие максимальной работоспособности режущего инструмента при использовании высокотемпературного охрупчивания инструментальных и конструкционных материалов.

В работе Воронина В.В. для целей управления процессом резания предлагается использовать вибрационные характеристики процесса резания. Для этого исследованы взаимосвязь главных составляющих силы резания  $P_z$  и виброускорения  $A_z$  при изменении скорости резания. Установлена взаимосвязь минимального значения составляющей силы резания  $P_z$  с относительным поверхностным износом резца, изменением вида образующейся стружки, среднеквадратическим значением амплитуды виброускорения  $A_z$ , что и использовано в разработанной методике управления процессом резания.

Соискателем разработан ряд математических моделей характеристик резания, алгоритм математического анализа, методика формирования условия максимальной работоспособности инструмента, т.е. результаты работы доведены до практического использования. Результаты работы (различного уровня) опубликованы, получен патент на изобретение, свидетельство о регистрации программы, имеется документ о внедрении разработок. Всё это свидетельствует о достаточно высоком уровне подготовки соискателя. Тем не менее (в целях дальнейшего совершенствования работы) по тексту автореферата можно высказать такие замечания:

1 При рассмотрении амплитуды колебаний вершины резца (с.8, 9) в качестве возмущающей силы принята «периодическая составляющая силы резания  $P_z$ ». При этом не указывается причина её появления, не рассматривается механизм развития колебаний, рассматривается статическая величина смещения вершины  $\Delta z$ . Неясно какие возникают колебания: вынужденные или автоколебания?

2 Основные выводы по работе (с. 14, 15) не полностью отражают степень и уровень решения поставленных задач исследования (с. 4).

Но, в целом, представленную работу можно считать научно-квалификационной работой, имеющей значение для развития знаний в области управления эффективностью операций механической обработки, в которой изложены

научно-обоснованные теоретические, технические и технологические решения, имеющие существенное значение для развития страны. Диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г., а так же требованиям, предъявляемым паспортом научной специальности 2.5.5 в части п. 4 «Создание, включая проектирование, расчеты и оптимизацию, параметров рабочего инструмента и других компонентов оборудования, обеспечивающих технически и экономически эффективные процессы обработки», п. 6 «Исследование влияния режимов обработки на силы резания, температуру, стойкость инструмента и динамическую жесткость оборудования». Автор работы Воронин Владислав Вадимович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Согласен на обработку персональных данных.

Профессор кафедры «Технология автоматизированного машиностроения»  
ФГАОУ ВО Южно-Уральский государственный университет (НИУ):  
политехнический институт, д.т.н.

*Виктор*  
05.11.2024

Виктор Георгиевич Шаламов

454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76

каф. «Технология автоматизированного машиностроения»

8-963-080-18-59;

viktorshalamov@mail.ru



ВЕРНО  
Начальник службы  
делопроизводства ЮУрГУ  
Н.Е. Циулина

*Циулина*

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Воронина Владислава Вадимовича

"Формирование условий максимальной работоспособности сменных режущих твердосплавных пластин на основе вибрационных характеристик ", представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

При точении труднообрабатываемых сталей основной проблемой является назначение режима резания, обеспечивающего требуемую производительность операции при максимальной стойкости инструмента. В первую очередь это касается назначения скорости резания, от которой существенно зависит износ инструмента и его период стойкости. В то же время, параметры обрабатываемых материалов могут существенно изменяться, что сводит на нет многие рекомендации, имеющиеся в литературе. Автором поставлена задача создания автоматической системы обеспечения максимальной работоспособности инструмента при точении труднообрабатываемых сталей, обеспечивающей подстройку скорости резания при изменении условий обработки. Поэтому выполненные исследования являются своевременными и актуальными.

Автором проанализировано явление высокотемпературного охрупчивания, которое позволяет формировать условия максимальной работоспособности твердосплавного инструмента. Это явление характеризуется различными формами стружки и определяет состав колебаний главной составляющей силы резания и связанной с ней главной составляющей виброускорения. Отсюда автор делает вывод, что для прогнозирования температурного диапазона, характеризующего максимальную производительность точения, можно анализировать колебания в технологической системе. При этом автор экспериментально доказал связь между виброускорением, температурой и силой резания, что свидетельствует о возможности такого прогнозирования.

Исследования доведены до практической реализации: разработана микропроцессорная система для поддержания скорости резания в диапазоне, обеспечивающем максимальную производительность, на основе анализа сигнала с акселерометра. Работа системы апробирована на ряде труднообрабатываемых сталей и сплавов. Более того, проведенные исследования и их результаты внедрены на двух промышленных предприятиях.

В этом плане научная новизна и теоретическая значимость работы не вызывают сомнения.

Особо необходимо отметить значительное количество публикаций, в том числе и в изданиях, рецензируемых ВАК РФ. Интеллектуальные решения защищены патентом на изобретение и свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ.

По содержанию автореферата имеются следующие вопросы:

1. На рисунке 9 приведены результаты экспериментальных исследований, полученные при глубине резания  $t = 1$  мм и подаче  $S = 0,39$  мм/об, а в таблице 1 параметры режима резания отличаются:  $t=0,5$  мм и  $S =0,2$  мм/об. Можно ли сравнивать результаты, приведенные на рисунке и в таблице?
2. Из рисунка 11 автореферата непонятно, что такое  $Az$ , измеряемое в мВ и что это за производные  $K1$  и  $K2$ : по какому параметру (время или скорость резания) и в чем они измеряются?
3. Также непонятна реализация системы управления, представленная на рисунке 10: на каком оборудовании она реализована, что представляют собой фильтры данных, модель и параметры акселерометра и т.п.

Указанные замечания не снижают научной и практической ценности работы. В целом она соответствует требованиям п. 9-11, 13, 14 "Положения о присуждении ученых степеней", предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор - Воронин Владислав Вадимович заслуживает присвоения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный  
технический университет им. И.И. Ползунова»  
(656038, Алтайский край, г. Барнаул, пр. Ленина, 46,  
ауд. 266 гл.к., 8(3852290894)  
[agtu-otm2010@mail.ru](mailto:agtu-otm2010@mail.ru))

Доктор технических наук, профессор,  
05.02.08 – "Технология машиностроения",  
профессор каф. «Технология  
машиностроения»

Леонов Сергей Леонидович

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ  
ВЕД. СПЕЦИАЛИСТ ПО  
КАДРАМ Н. М. САРТАКОВ

13.11.24



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Воронина Владислава Вадимовича  
«ФОРМИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ МАКСИМАЛЬНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ  
СМЕННЫХ РЕЖУЩИХ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ПЛАСТИН НА ОСНОВЕ  
ВИБРАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК», представленной по специальности 2.5.5  
«Технология и оборудование механической и физико-технической обработки» на  
соискание ученой степени кандидата технических наук

Актуальность проведенного научно-технического исследования связана с назначением режимов резания, обеспечивающих максимальную работоспособность сменных режущих твердосплавных пластин сборных резцов (СРТП), и является несомненной.

Научная новизна работы заключается в установленных взаимосвязях:

1) между диапазоном скоростей резания, обеспечивающим условия максимальной работоспособности СРТП сборных резцов, и изменением величины среднеквадратичного значения главной составляющей виброускорения резца при разных скоростях резания в процессе точения деталей из ряда труднообрабатываемых сталей и сплавов в зоне высокотемпературного охрупчивания;

2) между минимальными значениями главной составляющей силы резания, относительным поверхностным износом резца по задней поверхности, изменением вида стружки и диапазоном скоростей резания, определенном по зависимости среднеквадратичного значения главной составляющей виброускорения резца от скорости резания.

Практическая значимость работы включает методику определения диапазона скоростей резания, обеспечивающего условия максимальной работоспособности СРТП сборных резцов, а также прототип системы автоматического определения и поддержания диапазона скоростей резания, обеспечивающего условия максимальной работоспособности СРТП сборных резцов. Существенное значение для практики имеют 1 патент РФ на изобретение и 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

Работа выполнена на высоком научно-техническом уровне. При этом по автореферату имеются замечания:

1) При рассмотрении колебаний одномассовой системы по уравнению (1), где возмущающая сила имеет одну частоту, неясно, что имеется в виду под гармониками спектра составляющей силы резания (стр. 9).

2) На рис. 7 представлена не функция когерентности, а спектры мощности главной составляющей силы резания и соответствующего ускорения. Значения функции когерентности не приведены.

Указанные замечания носят уточняющий характер и не влияют на общую положительную оценку работы.

Таким образом, судя по автореферату, диссертация Воронина Владислава Вадимовича соответствует всем критериям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, соответствует специальности 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки. Автор диссертации Воронин Владислав Вадимович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Профессор кафедры  
машиностроительных технологий и  
оборудования, д.т.н., профессор



Ивахненко  
Александр  
Геннадьевич

докторская диссертация защищена по специальности  
05.03.01 – Процессы механической и  
физико-технической обработки, станки и инструмент

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94  
Юго-Западный государственный университет,  
Эл. почта: rector@swsu.ru.  
Тел. +7 (4712) 22-26-69.

Подпись  
удостоверяю

Ивахненко А.Г.



Серможа Т.В.

В диссертационный совет 24.2.417.01 при  
ФГБОУ ВО «Тульский государственный  
университет»  
по адресу: 300012, г. Тула, пр. Ленина, д. 92,  
Ученому секретарю диссертационного совета  
д.т.н., А.В. Анцеву

### ОТЗЫВ

на реферат диссертационной работы **Воронина Владислава Вадимовича** «Формирование условий максимальной работоспособности сменных режущих твердосплавных пластин на основе вибрационных характеристик», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»

Целью диссертационной работы Воронина В.В. является формирование условий, обеспечивающих наибольшую работоспособность инструмента при обработке в автоматическом режиме деталей газотурбинных двигателей из труднообрабатываемых сталей и сплавов на основе использования явления высокотемпературного охрупчивания обрабатываемого материала и анализа сигналов вибраций, возникающих при резании. Потребность промышленности с одной стороны и вариации свойств заготовок, сочетающиеся с трудоемкостью экспериментального поиска рациональных режимов – с другой, делают цель и задачи представленной работы актуальными. Значимость выбранного направления усиливается в связи с тенденцией перехода к автоматизированному производству.

К заслугам автора следует отнести то, что он обратил внимание на такое явление, как высокотемпературное охрупчивание обрабатываемого материала, вызывающего изменение характера формируемой стружки. Это явление мало отражено в технической литературе и его применение в решении прикладных задач можно считать вкладом в науку о резании металлов.

Другая заслуга автора состоит в том, что для поиска рациональной скорости резания он использует в качестве диагностического параметра сигналы вибраций, сопровождающих резание. О вибрациях при резании много написано, но по поводу акустического мониторинга характеристик снимаемой стружки работ не так много. Вопрос о форме снимаемой стружки стоит более широко: он становится более актуальным при создании автоматизированных участков и заводов. Т.о., результаты работы могут в дальнейшем служить отправной точкой для решения целого ряда других задач, связанных с автоматизацией металлообработки.

Можно также отметить применение результатов работы на двух машиностроительных предприятиях.

Несмотря на положительную оценку работы, есть ряд замечаний, которые, возможно, связаны с ограничениями объемов представленного реферата.

- Автор называет процесс формирования сегментов стружки вынужденными колебаниями. Но дело в том, что частота и амплитуда таких колебаний формируются в результате взаимодействия процесса резания и упругой системы станка. Эта совокупность сама выбирает частоту формирования элементов стружки, исходя из энергетических критериев. Т.о., это типичный

вариант автоколебаний. Частота этих колебаний часто близка к какой-либо собственной частоте и может меняться при изменении режимов резания.

- В автореферате нет физического обоснования процессов, ведущих к минимизации интенсивности износа инструмента при скорости резания, выбранной по критерию, связанному с высокотемпературным охрупчиванием материала.

- На рисунке 11 автореферата представлена зависимость  $A_z(V)$  и ее производные  $K_1$  и  $K_2$ , но характер изменения производных, показанный на рисунке, не соответствует исходной функции.

Сделанные замечания не влияют на общую положительную оценку работы.

Можно констатировать, что диссертационная работа Воронина В.В. является законченной научной работой, обладающей научной новизной и практической значимостью, содержащей решение актуальной задачи, связанной с разработкой методов определения рациональных режимов обработки ответственных изделий из труднообрабатываемых материалов.

Диссертационная работа Воронина В.В. полностью соответствует критериям пп. 9-11, 13, 14 действующего «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 года №842. Т. о., Воронин В.В. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальностям 2.5.5 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки».

Отзыв составил: Козочкин Михаил Павлович

д.т.н. (специальность 2.5.5. – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки), профессор, профессор кафедры высокоэффективных технологий обработки ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»,

127994, г. Москва, ГСП-4, Вадковский пер., д. 1.

Тел. 8 499 973 39 48

E-mail: [l.ganyan@stankin.ru](mailto:l.ganyan@stankin.ru)

24.11.24

М.П. Козочкин

