

ЗАСЕДАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д999.003.02

Повестка дня

**ЗАЩИТА ДИССЕРТАЦИИ Киселем Антоном Геннадьевичем
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

**«ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ
НЕЖЕСТКИХ ЗАГОТОВОК НА ОСНОВЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ВЫБОРА
СОЖ»**

Специальности:

**05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической
обработки**

Официальные оппоненты:

Наумов Александр Геннадьевич – д.т.н., профессор
ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет», кафедра
экспериментальной и технической физики, профессор, руководитель
трибологического центра ИвГУ;

Васильев Дмитрий Вячеславович – к.т.н.,
ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»,
кафедра «Станки и инструменты», доцент, заведующий лабораториями резания

Ведущая организация:

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет»
(НГТУ), г. Новосибирск

ЗАСЕДАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д999.003.02

27 декабря 2018 г.

На заседании присутствовали члены Совета:

- | | | | |
|-----|------------------|----------------------|----------------------------|
| 1. | Табаков В.П. | д.т.н.,
профессор | 05.02.07-технические науки |
| 2. | Бобровский Н.М. | д.т.н.,
профессор | 05.02.08-технические науки |
| 3. | Веткасов Н.И. | д.т.н.,
доцент | 05.02.07-технические науки |
| 4. | Булыжев Е.М. | д.т.н.,
доцент | 05.02.08-технические науки |
| 5. | Горшков Б.М. | д.т.н.,
доцент | 05.02.07-технические науки |
| 6. | Денисенко А.Ф. | д.т.н.,
профессор | 05.02.07-технические науки |
| 7. | Кирилин Ю.В. | д.т.н.,
доцент | 05.02.07-технические науки |
| 8. | Киселев Е.С. | д.т.н.,
профессор | 05.02.08-технические науки |
| 9. | Клячкин В.Н. | д.т.н.,
профессор | 05.02.07-технические науки |
| 10. | Ковальногов В.Н. | д.т.н. | 05.02.07-технические науки |
| 11. | Полянсков Ю.В. | д.т.н.,
профессор | 05.02.08-технические науки |
| 12. | Салов П.М. | д.т.н.,
профессор | 05.02.08-технические науки |
| 13. | Унянин А.Н. | д.т.н.,
доцент | 05.02.07-технические науки |
| 14. | Худобин Л.В. | д.т.н.,
профессор | 05.02.08-технические науки |

Председатель диссертационного совета
д.т.н., профессор

Ученый секретарь диссертационного совета
д.т.н., доцент



В.П. Табаков

Н.И. Веткасов

Председатель заседания – д.т.н., профессор Табаков В.П.

Пожалуйста, внимание. У нас сегодня очередное заседание диссертационного совета. Точнее, два заседания: первое заседание по защите диссертации, а второе – по принятию очередной диссертации к рассмотрению в совете. Поэтому, когда закончится первое заседание, мы плавно перейдем во второе. Раздадим Вам явочные листы, нужно будет еще раз расписаться. Это заседание будет достаточно короткое по принятию диссертации в совет.

По первому заседанию повестка дня: защита диссертации Киселя Антона Геннадьевича на соискание ученой степени кандидата технических наук. Тема: «Повышение эффективности токарной обработки нежестких заготовок на основе рационального выбора СОЖ». Специальность 05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Официальные оппоненты: Наумов Александр Геннадьевич, д.т.н., профессор кафедры экспериментальной и технической физики Ивановского государственного университета; Васильев Дмитрий Вячеславович, к.т.н., доцент кафедры «Станки и инструменты» Тюменского индустриального университета. Ведущая организация – Новосибирский государственный технический университет.

Вот такая повестка дня. Вопросов нет? Нет. Принимаем.

На заседании нашего совета из 20 членов присутствуют 14 человек. Мы необходимый кворум имеем. Это как раз тот минимум, при котором совет может действовать. О повестке дня рассказал. Принимаем единогласно. По специальности 05.02.07 «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки» на заседании присутствует 8 докторов наук, т.е. наше заседание правомочно.

И, наконец, объявляется защита диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук Киселем Антоном Геннадьевичем по теме «Повышение эффективности токарной обработки нежестких заготовок на основе рационального выбора СОЖ». Работа выполнена в Омском государственном техническом университете. Научный руководитель – к.т.н., доцент Ражковский Александр Алексеевич.

Официальные оппоненты. Наумов Александр Геннадьевич, Почетный работник науки и техники РФ, д.т.н., профессор кафедры экспериментальной и технической физики Ивановского государственного университета. Второй оппонент: Васильев Дмитрий Вячеславович, к.т.н., доцент кафедры «Станки и инструменты» Тюменского индустриального университета. Все оппоненты присутствуют на заседании нашего совета. Письма-согласия оппонировать были своевременно получены. Ведущая организация – Новосибирский государственный технический университет.

Слово предоставляется ученому секретарю совета Николаю Ивановичу Веткасову для оглашения документов из личного дела соискателя.

Ученый секретарь – д.т.н., доцент Веткасов Н.И.

Уважаемые коллеги. В деле соискателя имеются следующие документы, представленные к защите. Личная карточка работника, из которой следует, что Кисель Антон Геннадьевич, 1988 года рождения, закончил магистратуру Омского

государственного университета путей сообщения по направлению «Наземные транспортные системы» в 2011 г., в 2014 г. окончил аспирантуру по специальности «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация» при Омском государственном университете путей сообщения. В настоящий момент работает ассистентом кафедры «Металлорежущие станки и инструменты» Омского государственного технического университета. Имеется выписка из расширенного заседания кафедры «Металлорежущие станки и инструменты». На этом заседании было принято заключение, в котором отмечается личное участие автора, степень обоснованности научных положений, степень научной ценности, и дается рекомендация о том, чтобы данная работа была защищена по специальности 05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки. Имеется нотариально заверенная копия диплома об окончании Омского государственного университета путей сообщения, удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов со следующими оценками: английский – «хорошо», история и философия науки – «отлично», и специальная дисциплина «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки» – «отлично». Имеется список научных публикаций, включающий 21 наименование. Имеется заявление, которое было представлено при подаче документов в диссертационный совет с визой председателя диссертационного совета. Имеется протокол заседания о приеме диссертации к предварительному рассмотрению, заключение экспертной комиссии в составе профессоров Унянина А.Н., Киселева Е.С., Ковальногова В.Н. о возможности защиты диссертации в нашем диссертационном совете в соответствии с требованиями ВАК по изложению материала в автореферате в соответствии с данной специальностью. Имеется отзыв научного руководителя и протокол заседания диссертационного совета о приеме диссертации к защите. Имеется список рассылки автореферата в 57 адресов, в которые были направлены документы. Содержатся также сведения о ведущей организации, отзывы ведущей организации, официальных оппонентов. Кроме того представлено 5 отзывов, пришедших на автореферат.

Все необходимые документы были вовремя опубликованы на сайте университета и в Интернете в соответствии с требованиями процедуры заседания и рассмотрения диссертации.

Председатель.

Вопросы есть к Николаю Ивановичу или к Антону Геннадьевичу? Нет, да? Всё, спасибо большое. Антон Геннадьевич, пожалуйста, Вам предоставляется слово в пределах 20 минут.

Соискатель, Кисель А.Г.

Добрый день, уважаемые председатель, ученый секретарь и члены диссертационного совета! Согласно ГОСТ 30987-2003, нежесткими деталями называются детали, которые деформируются до такой степени, что в свободном состоянии выходят за пределы допусков размеров или формы и расположения, относящихся к детали в закрепленном состоянии. Примерами таких деталей могут служить представленные здесь винты регулировочные, волновод и вал двигателя самолета. Отличительной особенностью таких деталей является то, что они

подвергаются высоким деформациям в процессе их изготовления. Для того чтобы снизить возникающие деформации на производстве целенаправленно занижают режимы резания. И если сравнить режимы обработки, которые рекомендуют в каталогах режущих инструментов, с теми, которые реально применяют при обработке таких деталей, то можно сделать вывод, что режимы резания занижены от 3-х до 10-ти раз. Для того чтобы снизить возникающие деформации, на производстве применяют, во-первых, рациональную геометрию режущего инструмента, рациональные режимы резания, современное станочное оборудование, специализированную оснастку, повышающую жесткость технологической системы, современные адаптивные системы. Еще одним способом снижения деформации может служить применение эффективной смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ). При этом в работе под эффективной СОЖ имеется ввиду та, которая обеспечивает наименьшую силу резания. Несмотря на то, что СОЖ позволяют снизить деформации при обработке и известно, что разные СОЖ по-разному влияют на процесс резания, на производстве редко стремятся применять эффективную марку СОЖ. В настоящий момент на заводах мотивируют свой выбор СОЖ, во-первых, ценой самого концентрата СОЖ, во-вторых, рекомендациями производителей этих жидкостей, в-третьих, руководствуются опытом эксплуатации нескольких марок СОЖ. Но перечисленные мотивы не позволяют определить эффективную марку СОЖ с точки зрения силы резания. Анализ научной литературы показал, что выбирать СОЖ следует, руководствуясь как параметрами процесса резания, так и параметрами оценки функциональных действий СОЖ. В настоящий момент разработано достаточно большое количество способов оценки влияния СОЖ на процессы резания, но не разработано такой методики, которая позволила бы выбрать наиболее эффективную СОЖ для обработки нежестких заготовок. Исследованиями влияния СОЖ на процесс резания занимались и занимаются такие ученые, как Энтелис, Худобин, Латышев, Клушин, Гордон и многие другие. В настоящее время разработано достаточно большое количество параметров, по которым можно оценивать эти жидкости. Существующие методы оценки позволяют выбирать эффективную марку СОЖ с точки зрения силы резания, но не установлено взаимосвязи технологических параметров процесса резания и функциональных действий СОЖ. Таким образом, целью данной работы является уменьшение деформации нежестких заготовок при токарной обработке путем рационального выбора СОЖ. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи, приведенные на данном плакате. По результатам работы сформулированы научная новизна и практическая значимость. Далее рассмотрим решение каждой задачи по отдельности. Начнем с задачи номер один, которая состоит в том, чтобы экспериментально установить области режимов резания, где влияние СОЖ на силы при токарной обработке нежестких заготовок существенно. Для решения данной задачи в работе выполнен выбор номенклатуры испытываемых марок СОЖ, выбор материалов обрабатываемых заготовок и выбор инструментальных материалов. В качестве СОЖ применялись 11 водных растворов СОЖ различных производителей. Материалами деталей служили сплавы Д16, ВТЗ-1, ХН77ТЮР и сталь 45, которая взята как эталонный

материал. В качестве инструментальных материалов применялись твердые сплавы групп P10 и K10. При испытаниях режимы резания соответствовали тем режимам, которые применяют при производстве нежестких деталей авиационной техники. Измерения составляющих силы резания производили на универсальном токарном станке повышенной точности модели ФТ-11. При этом применялся универсальный динамометр УДМ-600. В экспериментах определяли составляющие силы резания P_x , P_y , P_z , после чего рассчитывалась равнодействующая сила. Каждый эксперимент повторялся 5 раз, в табличные данные заносились средние арифметические значения величины силы резания. Выполнялась обработка с применением каждой из испытываемых СОЖ и также без применения СОЖ. Для того, чтобы оценить эффективность жидкостей по силам резания в работе предложен коэффициент $K_{\text{СОЖ}}$, который рассчитывается как частное от деления силы резания, полученной с применением СОЖ, к силе резания без применения СОЖ. Чем меньше данный коэффициент, тем более эффективной является СОЖ. По результатам экспериментов построены графики зависимостей силы резания от величины подачи при различных скоростях резания для всех испытываемых материалов. Из анализа полученных данных установлено, что скорость резания и величина подачи прямого влияния на коэффициент $K_{\text{СОЖ}}$ не оказывают. Поэтому в дальнейшем необходимо установить рациональные режимы резания и разработать методику выбора СОЖ именно для рациональных режимов. При этом рациональным режимом считается такой, при котором обеспечивается наименьшая величина среднего коэффициента $K_{\text{СОЖ}}$, и температура, возникающая в зоне резания, не должна превышать температуру, допускаемую теплостойкостью инструментального материала. В результате проведенных расчетов и определения средней температуры в зоне резания по методике профессора Кушнера Валерия Семеновича были установлены рациональные режимы резания испытанных материалов и также разработаны рекомендации по применению испытанных марок СОЖ для каждого из этих материалов. Анализ литературы показал, что основными функциональными действиями СОЖ являются смазочное и охлаждающее. В дальнейшем в работе необходимо определить зависимость коэффициента $K_{\text{СОЖ}}$ от параметров смазочного и охлаждающего действий. С целью определения величины деформации заготовки под действием измеренных сил резания в работе был выполнен расчет в программе КОМПАС. В расчетах выполнялось нагружение заготовки под действием измеренных сил резания без применения СОЖ и с применением наиболее эффективной СОЖ. Оценка полученных результатов показала, что относительные изменения величины деформации заготовок под действием силы резания соответствуют измеренному для данных условий коэффициенту $K_{\text{СОЖ}}$. Также установлено, что за счет применения наиболее эффективной марки СОЖ можно снизить упругие деформации заготовки из стали 45 в 2 раза, из сплава Д16 в 1,6 раза, из сплавов ВТЗ-1 и ХН77ТЮР в 1,1 раза. Далее, так как испытания по измерению силы резания является достаточно трудоемкими и требуют больших затрат и материалов, и самой СОЖ, и времени, то целесообразным является определение зависимости коэффициента $K_{\text{СОЖ}}$ от параметров смазочного и охлаждающего действий. Это позволит прогнозировать

коэффициент $K_{\text{СОЖ}}$ по экспериментальным исследованиям смазочного и охлаждающего действий, т.е. без проведения станочных испытаний. Исследование смазочного действия использованных марок СОЖ выполняли на машине трения модели ИИ5018, которая работала по схеме «колодка-ролик». При этом колодка изготовлена из инструментального сплава, а ролик изготавливался из материалов обрабатываемой детали. При испытаниях ролик вращался с частотой n , колодка прижималась к вращающемуся ролику с силой P . Параметром оценки смазочного действия СОЖ являлся коэффициент трения. Для того чтобы оценить эффективность СОЖ по смазочному действию в работе предложен коэффициент $K_{\text{см}}$, который равен отношению коэффициента трения с применением СОЖ к коэффициенту трения без применения СОЖ. Следует отметить, что эксперименты с каждой СОЖ выполняли по 5 раз, и рассчитывали среднее арифметическое значение коэффициента трения. Такая схема нагружения, которая применялась в исследованиях, позволяет обеспечивать контактное давление между колодкой и роликом, близкое к давлению, возникающему при резании. Это обеспечивается за счет того, что радиус контактной поверхности колодки превышает наружный радиус ролика на 5 мм. При дополнительных испытаниях, при которых измерялся коэффициент трения с применением СОЖ марки Смальта-3*ЕР в разные моменты времени и фиксировалась величина износа колодки, установлено, что удельная нагрузка, возникающая между колодкой и роликом, соответствует той нагрузке, которая возникает при резании. Для того, чтобы установить зависимость смазочного действия СОЖ от физических свойств этих жидкостей в работе составлено уравнение равенства сил, в котором смазочное действие СОЖ представлено в виде силы расклинивающего давления, которое рассчитывали по формуле, предложенной Рейнольдсом. В результате проведенных расчетов были установлены зависимости, позволяющие рассчитывать коэффициент трения с применением СОЖ от физических свойств жидкостей. Но, т.к. в зоне трения не возникает жидкостного трения и СОЖ не полностью разделяет трущиеся тела, то степень проникновения жидкости в зону трения учитывалась коэффициентом X . Для того чтобы установить зависимость коэффициента X от физических свойств СОЖ были построены несколько графических зависимостей и было установлено, что для каждого из испытанных сплавов коэффициент X зависит от кинематической вязкости СОЖ. Таким образом, получены зависимости, которые позволяют расчетным путем, зная физические свойства СОЖ, прогнозировать коэффициент трения с применением СОЖ. Исследование охлаждающего действия СОЖ выполняли с помощью разработанного и запатентованного стенда, представленного на данном плакате. Исследования на данном стенде проходили следующим образом. Датчик температуры нагревался в печи сопротивления до температуры, которая возникает в зоне резания, т.е. 710...712 °С. При достижении этой температуры на цифровом термометре включалась запись температуры, которая с интервалом 2 с передавалась на ЭВМ. Далее датчик вынимался из печи и погружался в емкость с СОЖ, которая при этом перемешивалась. В результате этих исследований построены графики зависимости температуры термодатчика от времени для каждой из испытанных марок СОЖ. Далее выполнялось

дифференцирование, и были построены графики зависимостей температуры от скорости охлаждения. Параметром охлаждающего действия СОЖ являлась максимальная скорость охлаждения термодатчика. С целью оценки эффективности СОЖ по охлаждающему действию предложен коэффициент $K_{\text{охл}}$, который равен отношению скорости охлаждения без применения СОЖ к скорости охлаждения с применением СОЖ. Чем меньше данный коэффициент, тем более эффективна СОЖ по охлаждающему действию. Поскольку производители СОЖ не указывают в своих каталогах теплофизических свойств СОЖ, то зависимости скорости охлаждения термодатчика от физических свойств СОЖ не были установлены. Далее рассмотрим решение задачи 3. Следует сказать, что прежде чем выбирать эффективную марку СОЖ необходимо установить целесообразность ее применения. В работе предложено следующее. Во-первых, к детали в закреплённом состоянии необходимо с помощью динамометрической аппаратуры приложить в нужном сечении силу, которая равняется силе резания без применения СОЖ. При этом измеряется с помощью индикатора величина деформации заготовки в данном сечении. По данной деформации и, зная величину допуска на данный размер, можно судить о целесообразности применения СОЖ. Эффективную СОЖ применять целесообразно в том случае, если при испытаниях величина деформации превысила величину допуска, т.е. данная деталь по ГОСТу считается нежесткой. Далее с целью определения зависимости коэффициента $K_{\text{СОЖ}}$ от параметров смазочного и охлаждающего действий в программе СТАТИСТИКА были выведены зависимости для каждого из испытанных сплавов и построены поверхности отклика. Данные зависимости получены для всех испытанных материалов и позволяют теоретически прогнозировать величину коэффициента $K_{\text{СОЖ}}$ при известных значениях коэффициентов $K_{\text{см}}$ и $K_{\text{охл}}$, т.е. позволяют избежать станочных испытаний. Далее в работе разработана методика, позволяющая выбирать СОЖ по результатам исследования смазочного и охлаждающего действий. Методика состоит в том, что при известных материалах обрабатываемой заготовки детали, материалах инструмента и физических свойствах СОЖ выполняются экспериментальные исследования охлаждающего действия СОЖ, т.е. определяется скорость охлаждения термодатчика в каждой СОЖ. Смазочное действие возможно оценить либо экспериментально, либо расчетным путем по представленным выше зависимостям. Далее производится расчет коэффициентов $K_{\text{см}}$ и $K_{\text{охл}}$, которые подставляются в зависимости, представленные выше, для расчета коэффициента $K_{\text{СОЖ}}$. По данной методике рассчитывается каждая из испытанных марок СОЖ, и для применения выбирается та СОЖ, которая обеспечивает наименьший коэффициент $K_{\text{СОЖ}}$. При расчетном определении смазочного действия СОЖ вначале выполняется расчет динамической вязкости каждого компонента СОЖ, после чего определяется динамическая вязкость СОЖ и ее плотность. Затем рассчитывается кинематическая вязкость, и полученные данные подставляются в формулу для расчета коэффициента трения с применением СОЖ. Далее возможно осуществить расчет коэффициента $K_{\text{см}}$. По экспериментальным данным определяется коэффициент $K_{\text{охл}}$. И далее определяется коэффициент $K_{\text{СОЖ}}$. По разработанной методике была зарегистрирована компьютерная программа,

которая позволяет выбирать эффективную марку СОЖ. Данная программа также сочетает в себе все представленные выше зависимости, т.е. позволяет выполнять расчеты в автоматическом режиме. Далее рассмотрим решение задачи № 3, которая связана с апробацией и оценкой достоверности полученной методики и внедрением результатов в производство. С целью определения достоверности результатов расчетов коэффициента $K_{\text{СОЖ}}$ были проведены станочные испытания на токарном станке ИТ-42. При испытаниях применялась СОЖ, которая ранее не применялась, марки Addinol Penta-Cool WM440. Зная физические свойства этой СОЖ и проведя экспериментальные исследования охлаждающего действия, был выполнен расчет коэффициента $K_{\text{СОЖ}}$. Кроме того, по величине деформации заготовки после выполнения прохода выполнялся расчет силы резания с применением СОЖ и без применения СОЖ. Данные значения подставлялись в формулу для расчета коэффициента $K_{\text{СОЖ}}$, т.е. экспериментально определялся коэффициент $K_{\text{СОЖ}}$. При сравнении коэффициентов $K_{\text{СОЖ}}$, определенных экспериментальным и расчетным путями, установлено, что погрешность расчета не превышает 9 %. Полученная методика была испытана в АО «Высокие технологии». Применяли СОЖ марки Castrol Nysol X, которая ранее не применялась. Для этой жидкости также был рассчитан коэффициент $K_{\text{СОЖ}}$. В процессе этих испытаний влияние СОЖ на процесс резания оценивалось по нагрузке на шпинделе с помощью станочной аппаратуры. Эффективность СОЖ оценивалась по коэффициенту K_N , который равен отношению нагрузки с применением СОЖ к нагрузке без применения СОЖ. При сравнении коэффициентов K_N и $K_{\text{СОЖ}}$, определенных расчетным и экспериментальным путями, установлено, что расхождение результатов составляет не более 24 %. Но столь высокий процент связан с тем, что датчик силы тока, с помощью которого производили измерения, дает большую погрешность вследствие того, что у шпинделя есть холостой ход. По результатам исследований выполнен расчет экономической эффективности применения каждой марки СОЖ. и установлено, что наименьших затрат на производство деталей возможно достигнуть за счет повышения скорости резания при сохранении силы резания. При этом возможно снизить расходы до 32 %. По результатам работы получен акт испытаний на АО «Высокие технологии». Также результаты испытаний использованы в ЗАО НПО «Промэкология» с целью получения новых концентратов СОЖ и обоснования их выбора. В ЗАО НПО «Промэкология» получен акт внедрения. По результатам работы получено 3 патента, из них 2 на изобретение и 1 на полезную модель. В результате проведенной работы сформулированы следующие общие выводы и результаты работы. На этом доклад окончен.

Председатель.

Все. Спасибо большое. Пожалуйста, вопросы. Профессор Худобин Леонид Викторович. Пожалуйста.

Д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Антон Геннадьевич, откройте, пожалуйста, 19-й слайд. Вот эти кривые по экспериментальным точкам построены?

Соискатель.

Да. По экспериментальным точкам.

Д.т.н., профессор Худобин Л.В.

А эксперимент проводился на 3-шариковой машине трения?

Соискатель.

Эксперимент проводили на машине трения ИИ5018.

Д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Значит здесь по оси абсцисс вязкость, а по ординат – коэффициент. Да?

Соискатель.

Да.

Д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Скажите пожалуйста, почему эти кривые имеют столь разное очертание? Они почти все имеют достаточно сложную форму, какие-то экстремумы и какие-то хитрые кривые. Вот как, если физически основываться, почему так получалось? В зависимости от материала, которым вы варьировали, у Вас все так резко изменялось. И почему вдруг при изменении вязкости шло падение этого коэффициента, для позиции a , а потом резко пошло вверх? Не могли бы вы объяснить, с научной точки зрения, в чем дело?

Соискатель.

Я могу предположить, что такой характер графиков может обосновываться тем, что жидкости обладают разной кинематической вязкостью, и это может влиять на степень проникновения СОЖ в зону обработки. Если кинематическая вязкость достаточно высокая, то степень проникновения СОЖ меньше, т.е. снижается. Думаю, что существует определенная оптимальная величина кинематической вязкости, при которой обеспечивается наилучшее попадание СОЖ в зону трения.

Д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Ну а в чем дело-то, я не понимаю? Возрастала вязкость жидкости, рос коэффициент, дорос до какого-то значения вязкости, а потом пошел на спад резко. Как это может быть? Какие физические причины привели к столь резкому изменению закономерности?

Соискатель.

Я думаю, что от физических свойств СОЖ, от кинематической вязкости, зависит именно расклинивающее действие, которое оказывает СОЖ на колодку и ролик. Думаю, если кинематическая вязкость не достаточна, для того, чтобы обеспечить расклинивающее действие, то коэффициент трения, таким образом, изменяется.

Д.т.н., профессор Худобин Л.В.

А не кажется ли Вам, что здесь просто очень мало точек, и неправильно обработаны экспериментальные данные? И поэтому кривые так изменяются. Никаких закономерностей по Вашему примеру выявить невозможно. В связи с этим возникает вопрос. Как же используется этот коэффициент?

Соискатель.

В данном случае каждая точка на графике получена экспериментально. Были составлены графики зависимостей коэффициента X от кинематической вязкости. Расставлены точки и построена аппроксимирующая кривая, которая характеризовала изменение коэффициента X от кинематической вязкости.

Д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Хорошо. Оставим этот вопрос, хотя я – не удовлетворен ответом. Откровенно говоря, ничего не понял из Ваших объяснений. И второй вопрос, более общего характера. Сформулируйте, пожалуйста, кратко научную новизну Вашей работы. Очень кратко.

Соискатель.

Научная новизна состоит в том, что установлена зависимость, которая позволяет по экспериментальным данным смазочного и охлаждающего действий прогнозировать коэффициент $K_{\text{СОЖ}}$, который характеризует снижение силы резания. Кроме того в работе зарегистрирован стенд, который позволяет ранжировать СОЖ по охлаждающему действию. Этот стенд отличается от аналогов тем, что позволяет перемешивать СОЖ в процессе испытаний, за счет чего имитируется течение СОЖ. Кроме того установлены математические зависимости, позволяющие прогнозировать коэффициент трения с применением СОЖ для машины трения по физическим свойствам жидкостей.

Д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Спасибо.

Председатель.

Пока мы здесь, у меня предложение. Вот этот коэффициент, наверное, получен не экспериментально, а Вы его как-то определяли. Физический смысл этого коэффициента. Ведь это не какой-то показатель. Что он из себя представляет?

Соискатель.

Данный коэффициент был получен эмпирическим путем. Он позволяет компенсировать расхождение результатов, которые были получены. Когда коэффициента здесь не было, было большое расхождение результатов. Поэтому было принято решение добавить поправочный коэффициент, который бы учитывал свойства СОЖ, но для того, чтобы его определить в работе были составлены графики зависимостей этого коэффициента от кинематической и динамической вязкости СОЖ и от плотности СОЖ. Оценка относительной погрешности этих графиков показала, что наименьшую погрешность имеют зависимости этого коэффициента от кинематической вязкости. Поэтому делается вывод, что он зависит именно от кинематической вязкости.

Председатель.

Он получался методом подбора?

Соискатель.

Методом подбора от каждого физического свойства СОЖ.

Председатель.

Тогда продолжим. Согласно этой формуле, получается, что коэффициент трения с жидкостью больше, чем коэффициент трения без жидкости?

Соискатель.

В данном случае, коэффициент трения может быть и больше, и меньше, чем без применения СОЖ. При этом коэффициент X , если посмотреть следующий слайд, имеет отрицательные значения для трех из испытываемых сплавов. Т.е. в

результате подстановки этого коэффициента получается, коэффициент трения с СОЖ меньше, чем без СОЖ.

Председатель.

И только при ВТЗ-1 получается, что коэффициент трения при применении СОЖ выше. Но это подозрительно, что любая из жидкостей, которые Вы применяли, дает повышение коэффициента трения. Тогда пропадает смысл применения СОЖ при данных сплавах.

Соискатель.

В данном случае это имеет отношение только к титановому сплаву. Данное явление объясняется теорией Дерягина-Ландау-Фервея-Овербека, которая говорит о том, что расклинивающее давление может принимать как положительное, так и отрицательное значение. Т.е. коэффициент трения может как повышаться, так и уменьшаться. Это возникает за счет электростатических сил и межмолекулярного взаимодействия между СОЖ и материалами колодки и ролика.

Председатель.

Хорошо. А можно ли сделать вывод, что при применении титанового сплава применение СОЖ нецелесообразно.

Соискатель.

Я думаю, что нельзя так сказать, потому что в данном случае оценивается только смазочное действие СОЖ. А эффективность СОЖ в данной работе оценивается по силе резания.

Председатель.

Ладно. Спасибо. Евгений Степанович Киселев, пожалуйста.

Д.т.н., профессор Киселев Е.С.

Скажите, пожалуйста, в Вашей работе, когда Вы используете машину трения, Вы ставите знак равенства между трением при резании и трением в машинах трения? Я так понял?

Соискатель.

В данном случае с помощью такой схемы моделировалась зона резания.

Д.т.н., профессор Киселев Е.С.

Как она может моделироваться? Вы, значит, трение в обычных машинах приравниваете к трению в экстремальных условиях, да?

Соискатель.

Абсолютно воссоздать условия конечно невозможно, но приблизиться к ним получилось за счет того, что радиус ролика и колодки имеет разную величину и обеспечивается контактное давление практически по линии между роликом и колодкой.

Д.т.н., профессор Киселев Е.С.

Скажите, до Вас кто-нибудь проводил такие эксперименты на машинах трения или нет?

Соискатель.

До меня проводились испытания такие.

Д.т.н., профессор Киселев Е.С.

Назовите хоть одну фамилию.

Соискатель.

Затрудняюсь назвать конкретные фамилии.

Д.т.н., профессор Киселев Е.С.

Не вспомните, потому что Вы не знаете.

Соискатель.

Испытания такие точно есть. Об этом сказано в нескольких авторефератах.

Д.т.н., профессор Киселев Е.С.

И результаты испытаний совпадают с Вашими?

Соискатель.

Результаты соответствуют, но полностью не совпадают, потому что предыдущие эксперименты проводились с другими СОЖ, которые имеют другие свойства.

Д.т.н., профессор Киселев Е.С.

Такая фамилия как Бердичевский Евсей Григорьевич Вам известна?

Соискатель.

Известна.

Д.т.н., профессор Киселев Е.С.

Чем он занимался, связанным с Вами?

Соискатель.

В том числе исследованием смазочного действия СОЖ.

Д.т.н., профессор Киселев Е.С.

Совершенно верно. Он пытался, во всяком случае, в начале своей научной работы над докторской диссертацией, которая у него, кстати, так и не получилась, не смотря на его очень высокую эрудицию, расчленить функциональные действия СОЖ. И были установки для оценки смазочного действия, охлаждающего действия и т.д. Потом придумывалась методика, в которой все эти действия каким-то образом перемешивались, и делалась какая-то эффективность. И получился «мыльный пузырь». Ничего не получилось, постольку-поскольку смазочное действие увеличивается с увеличением вязкости. Значит нужно использовать жидкости с большей вязкостью, но они обладают плохой охлаждающей способностью. А здесь совершенно не могу понять. Давайте вернемся к этому графику. У Вас это одни и те же СОЖ? 4 сплава и разные СОЖ? Это что за СОЖ, которая имеет кинематическую вязкость больше 1 при 10%-ной концентрации в воде? Названия можно последних?

Соискатель.

Я затрудняюсь Вам ответить. Для этого нужно поднимать данные, которые есть в диссертации.

Д.т.н., профессор Киселев Е.С.

Но тем не менее. Понимаете, что где-то 2...3 мм²/с – это уже масло. И как может 10%-ная водная СОЖ иметь кинематическую вязкость как у масла? Вот это вот мне интересно.

Соискатель.

Я могу сказать, что в исследованиях применялись жидкости разных типов: и вододисперсионные, и синтетические, и полусинтетические.

Д.т.н., профессор Киселев Е.С.

Нет, это все водные жидкости. И у Вас заголовок здесь: «10 %».

Соискатель.

Могу сказать еще, что такая схема испытаний была принята потому, что она позволяет применять трущиеся тела из различных сталей и сплавов.

Д.т.н., профессор Киселев Е.С.

Я не про это. Я просто спрашиваю и интересуюсь, что это за жидкости у Вас, которые имеют такую большую кинематическую вязкость. Просто любопытства ради. А методики эти все известны. В 70-х годах в «ВНИИПКнефтехим», институт был, и он десятки имел машин трения и с таким контактом. И у вас здесь нового нет ничего. Как и в охлаждающей способности, кстати. Есть такая фамилия как Падзей. Слышали, нет?

Соискатель.

Откровенно говоря, сейчас не вспомню.

Д.т.н., профессор Киселев Е.С.

Не слышали. А зря. Он охлаждающее действие СОЖ пытался использовать.

Председатель.

Вопросы еще есть? Так, кто еще? Вопросы? Владимир Николаевич.

Д.т.н., профессор Клячкин В.Н.

По этому же слайду у меня вопрос. А где Вы обработку проводили? В каком пакете?

Соискатель.

Это сделано в Excel.

Д.т.н., профессор Клячкин В.Н.

А как Вы сумели в Excel добиться того, что у Вас все первые точки совпадают с опытными данными? Смотрите, все 4 графика первые точки. Метод наименьших квадратов такого никогда не дает. Случайно где-нибудь одна может какая-нибудь совпасть.

Соискатель.

Данная точка получена для СОЖ, которая была принята как эталонная. И из тех, которые применялись – это 1,5% водный раствор кальцинированной соды. Он по физическим свойствам немного отличается от самой воды. Поэтому возможно такое совпадение.

Председатель.

Может это не зависит все-таки от того, что мы применяем. А от того, что мы обрабатываем. Есть экспериментальные точки. По этим точкам мы получили какую-то математическую зависимость. И конечно совпадения могут быть, но не может быть, чтобы только первые точки совпадали.

Д.т.н., профессор Клячкин В.Н.

Можно программу доработать, но в Excel этого не сделать. Можно сделать, чтобы первые точки совпадали, если вы ее считаете эталонной. Еще вопрос. В автореферате все эти кривые описаны полиномом третьей степени. Из каких соображений именно полином третьей степени?

Соискатель.

По-моему там полином второй степени.

Д.т.н., профессор Клячкин В.Н.

Вот схема b там явно прямая линия.

Соискатель.

В данном случае это полином второй степени. Третью степень не применял. В автореферате не помню, представил я или нет, но в диссертации есть не только графики, но и сами формулы, позволяющие рассчитать коэффициент X . И там величина вязкости во второй степени.

Д.т.н., профессор Клячкин В.Н.

Вот в автореферате четко все 4 зависимости для всех кривых это полиномы третьей степени, кубическая парабола. С таким же успехом Вы могли бы запросить в Excel 6-ю степень в обработку. Ещё более сложные кривые. Вот вопрос. Какие-то физические закономерности Вы учитывали?

Соискатель.

Могу сказать, что данные зависимости были проверены. Выполнялось сравнение экспериментальных данных с расчетами по этим зависимостям. И определена относительная погрешность расчетов относительно экспериментальных данных. Погрешность расчета коэффициента с применением СОЖ составляла от 3 до 6 % в зависимости от того, какой материал мы выбираем: либо сталь, либо Д16, либо ВТ30-1, либо ХН77ТЮР.

Д.т.н., профессор Клячкин В.Н.

Но это с точки зрения технической. А с точки зрения статистической вот Вы же построили какие-то модели и нужно проверить значимость. Значимость проверяли?

Соискатель.

Значимость каждого коэффициента в работе не проверялась. Потому что посчитал, что достаточно того, что относительная погрешность соответствует требованиям. Соответствует экспериментальным данным. Поэтому каждый коэффициент отдельно не оценивался.

Д.т.н., профессор Клячкин В.Н.

Дело в том, что Excel автоматически выдает и вот эти уравнения, которые у Вас здесь написаны, и все данные для проверки значимости. То есть впечатление такое, что модели, которые Вы построили, просто не значимые. Нельзя построить кубическую модель по 7...8-ми точкам. Но только если планировать эксперимент. Там да, можно. Но это же не планирование. У Вас матрица не использовалась. Просто очень мало вот этих сложных зависимостей, точек. И вот если бы Вы проверяли значимость модели, Вы бы увидели, что из 4-х построенных 3 наверняка не значимые.

Председатель.

Так. Юрий Вячеславович Полянский.

Д.т.н., профессор Полянский Ю.В.

Скажите, пожалуйста, чем отличается рациональный выбор СОЖ для жестких или нежестких деталей. Какие критерии рациональности?

Соискатель.

В работе были приведены рациональные режимы резания. Рациональные режимы для обработки нежестких заготовок – это такие режимы, при которых обеспечивается наименьший коэффициент $K_{\text{СОЖ}}$, т.е. обеспечивается наибольшее снижение силы резания за счет применения СОЖ. Также при определении

рациональных режимов учитывалось то, что возникающая в зоне резания температура не должна превышать максимально допустимую температуру по теплостойкости инструментального материала. Таким образом, установлены рациональные режимы обработки.

Д.т.н., профессор Полянский Ю.В.

Во-первых, такое общее впечатление. У Вас в основном слова «эффективное», «рациональное». Как насчет критериев? У Вас в диссертации я встретил 2 слова «исследование». Все остальное вот я читаю: «научная новизна», «разработка методики», «разработать установку», «методика расчета». Такое впечатление, что открываем справочник и начинаем расчет. Научная новизна не очень прослеживается у Вас. Ну и заключение почитать. Заключение очень важно для диссертации. Вот читаю первый пункт. У Вас вообще ни о чем. Рациональность, эффективность и т.д. Дальше второй пункт. Позволяет рассчитать снижение силы резания с применением СОЖ. Применение СОЖ это давно понятно, что рационально использовать. Дальше 4-й пункт. Отражают эффективность СОЖ по смазочному и охлаждающему действиям. Дальше читаю 6-й пункт. Закрепления детали за счет снижения величины силы резания. Такое впечатление, что у Вас есть расчетный справочник. Вы открываете и определяете рациональное. По СОЖ должно быть определено, что снижается, что не снижается. Все-таки, чем отличается Ваше исследование и задачи исследования? Потому что слов «исследование» я не нашел.

Соискатель.

В работе в качестве новизны установлены зависимости, которые позволяют прогнозировать изменение величины силы резания для обработки нежестких заготовок. Особенно это актуально для авиационной промышленности, т.к. при обработке таких деталей возникают большие деформации, а требования по допускам очень небольшие – от 5 до 10 мкм. В данной работе разработан такой способ, или методика, которая позволяет дополнительно уменьшить возникающие силы резания, т.е. обеспечить требуемую величину допуска только за счет того, что применяется эффективная СОЖ, выбираемая по величине силы резания.

Д.т.н., профессор Полянский Ю.В.

Антон Геннадьевич. Хотелось бы отметить. Вы начинаете объяснять – что-то вроде понятно. А вот по тексту, или может в презентации, нужно было написать: «отличающееся чем-то...». И т.д. все-таки хотелось бы, если это нежесткие детали, в чем научная новизна? СОЖ должно быть проведено исследование. И экспериментальное тоже исследование. И выводы тоже почитайте.

Председатель.

Все Юрий Вячеславович? Так, вопросы еще, пожалуйста. Денисенко Александр Федорович, пожалуйста.

Д.т.н., профессор Денисенко А.Ф.

Продолжение вот того, что Юрий Вячеславович спросил. Откройте слайд 11. В заголовке читаем: измерение силы резания при токарной обработке нежестких заготовок. Вы именно нежесткие заготовки обрабатывали? Потому что справа параметры заготовки я не думаю, что они относятся к классу нежестких.

Соискатель.

В данном случае имеется ввиду технологическая нежесткость. То есть это детали такие, при обработке которых деталь деформируется до такой степени, что после выполнения прохода резца размер выходит за пределы допуска. Не смотря на то, что резец выставлен на нужный размер. И поскольку размер детали выходит за пределы, она по ГОСТу, который вначале был представлен, считается нежесткой.

Д.т.н., профессор Денисенко А.Ф.

А при этом Вы учитывали, что меняется, скажем, формообразование жестких и нежестких деталей? То, что говорил Юрий Вячеславович. Т.е. вот если бы мы те же эксперименты провели на жестких деталях, результат был бы другой?

Соискатель.

Результат был бы такой же. Т.е. коэффициент $K_{\text{СОЖ}}$ точно также можно было определить, но на жестких деталях это не так актуально.

Д.т.н., профессор Денисенко А.Ф.

Сила-то, наверное, будет такой же? Или нет?

Соискатель.

Сила резания будет такая же, но деформация будет отличаться.

Д.т.н., профессор Денисенко А.Ф.

А тогда как же связать с этим слайдом?

Соискатель.

Смысл в том, что при обработке жестких заготовок не получается такая деформация, при которой размер детали выходит за пределы допуска. Поэтому для таких деталей это не так актуально. Конечно, силы резания снизятся во столько же раз, но, поскольку даже с применением «неэффективной» СОЖ будет обеспечиваться требуемый допуск, то поэтому это не так актуально.

Д.т.н., профессор Денисенко А.Ф.

Можно еще один вопрос? 18-й слайд. Вот читаю у Вас в автореферате написано так: «Принимаем, что сила трения разлагается на две составляющие: силу сухого трения и силу расклинивающего давления». На мой взгляд, это взаимно перпендикулярные направления. Как можно сложить эти две составляющие?

Соискатель.

В данном случае составлена такая модель зоны трения, по которой видно...

Д.т.н., профессор Денисенко А.Ф.

У Вас трение-то вдоль соединения действует. А при чем тут расклинивающая сила? И какая у нее связь с силой трения?

Соискатель.

В данном случае эта зависимость для расклинивающего давления взята по аналогии для расчетов подшипников скольжения.

Д.т.н., профессор Денисенко А.Ф.

Но это давление только.

Соискатель.

В подшипниках скольжения это имеется ввиду только для того случая, когда возникает жидкостное трение при определенных условиях. Когда не происходит контакта между трущимися телами.

Д.т.н., профессор Денисенко А.Ф.

Это правильно. Но в данном случае сила трения действует в другом направлении. Переход какой тогда от расклинивающей силы к составляющей силы трения?

Соискатель.

Получается, что расклинивающая сила действует противоположно направлению прикладываемой нагрузки. И в результате сама сила трения будет меньше. И по величине силы трения можно оценить данный коэффициент трения, который характеризует степень уменьшения нагрузки, и степень уменьшения контактного давления между трущимися телами.

Д.т.н., профессор Денисенко А.Ф.

Все. Спасибо.

Председатель.

Так, еще вопросы, пожалуйста. Больше нет вопросов? Евгений Степанович, пожалуйста.

Д.т.н., профессор Киселев Е.С.

Можно вернуться к 11-му плакату? Вот с правой стороны у Вас геометрия режущих пластин. Вот эта «фи» соответствует греческому φ ? Угол в плане, да?

Соискатель.

Да.

Д.т.н., профессор Киселев Е.С.

Правильно. Скажите, пожалуйста, почему Вы взяли угол φ в плане 95° ?

Соискатель.

Данные геометрические параметры режущих пластин выбраны из каталогов режущих инструментов, рекомендованы для полустачевой и чистовой обработки. Геометрия эта является наиболее универсальной. Испытания проводили на разных материалах.

Д.т.н., профессор Киселев Е.С.

Это неверный ответ. φ Вы берете по углу пластины. Но любой токарь Вам скажет: для того, чтобы обрабатывать нежесткие длинные валы нужно исключить возникновение составляющей силы P_y . Вот на этом же плакате есть P_y должно быть равно нулю. Для этого нужно, чтобы φ было равно 90° . Это в любом учебнике резания известно. А Вы берете $\varphi 95^\circ$. И значит специально ухудшаете условия обработки. Возникает сила P_y , она вызывает вибрации, с которыми Вы предлагаете бороться путем уменьшения составляющих силы резания. P_y при обработке таких валов ни в коем случае недопустима. А Вы даже пытаетесь проверить достоверность расчетов по разработанной программе, плакат 30-й, рассчитываете силу P_y . P_y здесь должна быть равна нулю.

Соискатель.

P_y не получалась равна нулю, поскольку у вершины резца кромка имеет скругление.

Д.т.н., профессор Киселев Е.С.

Не получалась, потому что Вы взяли ϕ 95°. Вот и все. Это ошибка. Методическая.

Соискатель.

Вершина резца имеет определенный радиус округления.

Д.т.н., профессор Киселев Е.С.

А при чем здесь вершина резца? Мы говорим не о вершине резца, а об угле ϕ .

Соискатель.

Величина силы распределяется по режущей кромке, поэтому P_y не получалась равна нулю.

Д.т.н., профессор Киселев Е.С.

Но Вы специально усилили вероятность возникновения силы P_y за счет того, что неправильно угол назначили. В самом начале. Не понимая процесса резания. Разложение силы резания по трем координатам. Смотрите 2-й плакат. У вас все представители нежестких деталей. Это длинные валы. Они обязательно токарной обработкой осуществляются резцами с $\phi=90^\circ$. Это Вам любой грамотный токарь скажет. А Вы ставите 95°. Специально делая, чтобы возникла P_y и возникли вибрации, произошел скол пластины. И уж конечно ни о каком качестве говорить нельзя. У меня нет вопросов.

Председатель.

Николай Михайлович. Вопросы, пожалуйста.

Д.т.н., профессор Бобровский Н.М.

Вы выбирали пластины. А пластины Сандвиковские что ли?

Соискатель.

Пластины применялись из сплавов отечественного производства. Из сплавов ВК6-ОМ и Т15К6.

Д.т.н., профессор Бобровский Н.М.

А сколько такая пластина стоит сейчас?

Соискатель.

Откровенно говоря, не могу сказать цену, но значительно меньше, чем Сандвик.

Председатель.

Скажите, пожалуйста. У меня вопрос есть. Вот к этому плакату. Вы говорили об определении рациональных режимов резания. С моей точки зрения. Я смотрю на эти режимы. Даже для обработки данных материалов. Ну и особенно сталь 45. Это несколько заниженные скорости резания, режимы резания.

Соискатель.

Скорости резания занижены, но при изготовлении нежестких деталей это производится целенаправленно.

Председатель.

То есть это режимы только для нежестких деталей с учетом конструкции самой детали?

Соискатель.

С учетом того, что обрабатывается деталь нежесткая.

Председатель.

Я читал Вашу первую задачу. Она звучит так: экспериментально установить область режимов резания, где влияние СОЖ на силы существенно. В Вашем докладе Вы взяли режимы резания, которые применяют на предприятиях? Казалось бы, в результате исследований Вы должны сказать, какие же Вы считаете режимы правильными: те, которые были на предприятиях, или те, которые вытекают из результатов исследований.

Соискатель.

В данном случае установлены за счет определения коэффициента $K_{\text{СОЖ}}$ при разных подачах и скоростях наиболее рациональные режимы.

Председатель.

В окончании этой главы Вы должны сказать, что здесь есть те, что на заводах. А по моим расчетам рациональным является вот такой режим. Вот там применяют такой диапазон, а я предлагаю использовать вот такой.

Соискатель.

Можно, пожалуйста, следующий плакат. По поводу рациональных режимов резания я, возможно, не акцентировал внимание, но здесь они приведены для каждого сплава. Установлены скорости резания, величины подачи.

Председатель.

Вот еще все-таки такой вопрос у меня. По поводу силы резания. Все-таки, о какой силе идет речь на всех этих плакатах? P_z , P_x , P_y ?

Соискатель.

В данном случае идет речь о равнодействующей силе резания. Но в работе установлены также соотношения составляющих силы резания относительно этой равнодействующей. Т.е. можно выполнить расчеты и по каждой из осей, просто умножив на нужный коэффициент. В целом, коэффициент $K_{\text{СОЖ}}$ соответствует коэффициенту, рассчитанному по составляющим силы резания.

Председатель.

Если посмотреть плакат 23. 23-й покажите, пожалуйста, плакат. Казалось бы, здесь наиболее яркий представитель силы резания, если так можно сказать, это сила P_y , которая влияет на взаимодействие инструмента и заготовки. Равнодействующая находится под углом к этой оси. И, наверное, не такое воздействие производит на этот прогиб.

Соискатель.

В данном случае в работе принята равнодействующая сила резания, потому что детали имеют разную конфигурацию, и направление равнодействующей может меняться.

Председатель.

Вы правильно говорите. Вот если бы Вы показали эту картинку не на такой простой нежесткой детали, а имеющей сложную конфигурацию, как у Вас было в примере на плакатах, вот тогда, наверное, может быть и вопрос такой не звучал. Сложная конфигурация влияет на это дело, да.

Соискатель.

Могу сказать, что в результате применения СОЖ по каждой из составляющих силы резания коэффициент $K_{\text{СОЖ}}$ будет соответствовать коэффициенту, который относится к равнодействующей силе. Т.е. в принципе

достаточно оценить одну составляющую силы резания и определить эффективность СОЖ только по этой составляющей, но коэффициент $K_{\text{СОЖ}}$ при этом будет отличаться в пределах погрешности.

Председатель.

Ну хорошо. И последний вопрос. Все-таки Ваши деформации нежестких заготовок как-то Вы прогнозировали на параметре точности обработки потом в дальнейшем? Ну, меньше деформации, а что с точностью потом было?

Соискатель.

Могу сказать, что суммарная точность изготовления деталей зависит от многих параметров, и от СОЖ в том числе. И говорить о точности можно только для конкретного станочного оборудования и конкретных условий. Я могу оценить только ту часть деформации, которая снижается за счет уменьшения силы резания.

Председатель.

Но Вы оценили ее?

Соискатель.

Она оценена в работе и представлена.

Председатель.

Вопросы еще есть?

Д.т.н., профессор Полянсков Ю.В.

Вопрос не совсем по теме. Вы в вузе работаете или на предприятии?

Соискатель.

В вузе.

Д.т.н., профессор Полянсков Ю.В.

А на какой должности?

Соискатель.

Ассистент.

Д.т.н., профессор Полянсков Ю.В.

Вы аспирантуру закончили?

Соискатель.

Закончил аспирантуру, но уже 4 года назад.

Председатель.

Так, есть еще вопросы? Нет вопросов. Тогда, если вопросов нет, будем делать технический перерыв? (Да. Обязательно). Давайте тогда 10 минут перерыв.

Технический перерыв. После перерыва.

Председатель.

Так, все у нас подошли? Тогда продолжаем работу. Мы должны предоставить слово научному руководителю работы, Ражковскому Александру Алексеевичу. Но он по состоянию здоровья не смог приехать на заседание совета. У нас есть справка о том, что он не может выехать на заседание совета. Отзыв есть, который зачитает Николай Иванович Веткасов. Николай Иванович, пожалуйста.

Ученый секретарь – д.т.н., доцент Веткасов Н.И.

Отзыв научного руководителя Ражковского Александра Алексеевича следующий. Кисель Антон Геннадьевич в 2010 году с отличием окончил Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС) с присуждением квалификации инженер путей сообщения по специальности «Вагоны». В 2011 году с отличием окончил магистратуру ОмГУПС по направлению «Наземные транспортные системы». В 2011 г. поступил и в 2014 г. окончил аспирантуру ОмГУПС по специальности 05.22.07 «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация». С 2013 по 2015 гг. работал в должности младшего научного сотрудника научно-исследовательской части Омского государственного технического университета (ОмГТУ) на кафедрах «Холодильная и компрессорная техника и технологии» и «Металлорежущие станки и инструменты». С 2015 г. – ассистент кафедры «Металлорежущие станки и инструменты» ОмГТУ. Диссертационная работа, написанная Киселем А. Г. в течение обучения в аспирантуре ОмГУПС и работы в ОмГТУ, соответствует специальности 05.02.07 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки». В настоящее время одной из главных задач при токарной обработке является снижение возникающих деформаций. Особенно острой данная проблема становится при обработке нежестких заготовок. При токарной обработке таких заготовок на производстве вынуждены занижать режимы резания, чтобы добиться снижения возникающих деформаций и получить приемлемую точность размеров. Снижения деформаций при обработке можно добиться разными способами (путями), к которым прибегают на производственных предприятиях. Однако, уменьшение деформаций за счет рационального выбора смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) остается без должного внимания. При этом общеизвестным фактом является то, что СОЖ снижают возникающие силы резания, а разные марки СОЖ влияют на процесс резания по-разному. В связи с этим актуальной является цель работы, которая заключается в уменьшении деформации нежестких заготовок при токарной обработке путем рационального выбора СОЖ. Разработанные методика и программа выбора рациональной марки СОЖ основаны на результатах экспериментальных исследований и выявленных закономерностях, отражающих зависимость коэффициента эффективности влияния СОЖ на равнодействующую силу резания от смазочного и охлаждающего действий СОЖ для каждого из испытанных материалов детали. Кисель А. Г. решил все задачи исследований и достиг цели диссертации, проявив при этом высокую работоспособность, настойчивость и дисциплинированность и показав высокую научную квалификацию. По теме диссертации опубликовано 21 научная работа (из них 5 в периодических изданиях, рекомендованных ВАК РФ), 1 свидетельство на программное обеспечение для ЭВМ, три патента. Личное участие соискателя состоит в формулировке цели и задач исследований, выполнении и обработке результатов экспериментов (экспериментальных исследований), выполнении математического моделирования, проектировании и создании лабораторных и опытно-производственных установок. Считаю, что диссертационная работа «Повышение эффективности токарной обработки нежестких заготовок на основе рационального выбора СОЖ» по объему исследований, их проработке, научной и практической ценности в полной мере

соответствуют критериям «Положения о присуждении ученых степеней» от 24.09.2013 № 842, а сам соискатель, Кисель Антон Геннадьевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки». Научный руководитель, к.т.н., доцент Ражковский А.А.

Председатель.

Так. Хорошо. Теперь оглашение заключения организации, в которой выполнялась диссертация, и отзыв ведущей организации.

Ученый секретарь – д.т.н., доцент Веткасов Н.И.

Отзыв ведущей организации – Новосибирского государственного технического университета – на диссертационную работу Киселя А.Г., представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07. Весь его зачитывать не буду.

Председатель.

Нет конечно. Основные моменты.

Ученый секретарь – д.т.н., доцент Веткасов Н.И.

В отзыве ведущей организации отмечается актуальность темы выполненного исследования. Отмечается, в частности, что диссертационная работа выполнена на актуальную тему, связанную с разработкой научно обоснованной методики выбора СОЖ для повышения эффективности токарной обработки. Отмечается, что целесообразным является систематизация имеющихся марок СОЖ и выявление закономерностей их влияния на свойства величины силы резания. И подчеркивается, что разработка методики выбора СОЖ позволит обеспечить оперативный выбор состава СОЖ для конкретных условий обработки. Работа выполнена на кафедре «Металлорежущие станки и инструменты» ОмГТУ. Цель и задачи исследований достигнуты и решены в полном объеме, что отражено в выводах. По структуре и содержанию отмечается, что диссертация состоит из введения, 4-х глав и общих выводов. В частности отмечается научная новизна работы, которая, по мнению ведущей организации, заключается в следующем: 1. В разработанной методике выбора СОЖ на основе количественной оценки снижения сил резания в зависимости от смазочного и охлаждающего действий СОЖ для токарной обработки нежестких заготовок; 2. В методике расчета эффективности СОЖ по смазочному действию в зависимости от плотности и кинематической вязкости СОЖ для пары «инструмент-деталь». Отмечается обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. В частности, отмечается, что сформулированные в диссертации положения, выводы и рекомендации обоснованы теоретическими решениями, экспериментальными данными, полученными в работе, и не противоречат известным положениям технических и фундаментальных наук, подтверждены результатами статистической обработки данных. Отмечается, что по своей цели, задачам, содержанию, научной новизне диссертационная работа соответствует паспорту специальности 05.02.07. И, в частности, п.2. «Теоретические основы, моделирование и методы экспериментального исследования процессов механической и физико-технической обработки, включая процессы комбинированной обработки с

наложением различных физических и химических воздействий». Отмечается значимость результатов работы для науки. В частности, отмечается, что работа вносит существенный вклад в развитие представлений о влиянии СОЖ на процесс токарной обработки. Подчеркивается практическая значимость результатов работы. Отмечается, что разработанная программа выбора эффективной СОЖ для токарной обработки нежестких заготовок является оригинальной. Представленные технологические рекомендации по выбору эффективных составов СОЖ позволяют снизить деформацию обрабатываемых заготовок. Разработанное устройство для определения охлаждающей способности жидкой среды, результаты исследований и новые технические решения экспериментально опробованы в ЗАО НПО «Промэкология» и АО «Высокие технологии». Далее приводятся рекомендации по использованию результатов и выводов, сделанных в диссертации. Отмечается, что использование широкого круга СОЖ при механической обработке материалов является эффективным способом снижения силы резания и деформации заготовки, что в свою очередь повышает эффективность обработки нежестких деталей. Разработанная методика позволяет систематизировать выбор эффективной СОЖ. Но, наряду с положительными моментами, в отзыве ведущей организации приведены следующие замечания:

1. В диссертационной работе не полностью раскрыто понятие эффективности токарной обработки. Само присутствие такого термина как эффективность в наименование работы должно указывать на повышение точности, производительности или снижение стоимости обработки.

2. Численный эффект снижения силы резания при точении за счет применения СОЖ показан по отношению к варианту без использования СОЖ. Хотя заранее известно, что применение СОЖ в большинстве случаев дает положительный эффект.

3. В табл. 2 автореферата и в табл. 4.1 диссертации приведены некоторые значения $K_{\text{СОЖ}} > 1$. Не дано соответствующего обоснования неэффективности применения СОЖ в данных случаях.

4. В диссертации не приводятся сведения, как производилась оценка значимости коэффициентов регрессии и адекватности полученных уравнений (4.1)- (4.4), описывающих зависимости $K_{\text{СОЖ}} = f(K_{\text{см}}; K_{\text{охл}})$.

5. Для повышения точности и достоверности результатов исследований следовало бы учитывать фактор расхода подаваемой в зону резания СОЖ в качестве переменного.

6. В работе отсутствует конкретизация, по каким критериям деталь можно отнести к классу нежестких.

Указанные замечания не влияют на положительную оценку выполненной работы и не опровергают основные выводы диссертации. И заключение. Диссертация А.Г. Киселя, представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки, содержит новые научно обоснованные решения по выбору СОЖ, позволяющие повысить эффективность токарной обработки нежестких заготовок, имеющие существенное значение для различных отраслей промышленности. Работа носит заверченный характер и

отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор Кисель А.Г. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук. Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден и одобрен на заседании кафедры проектирования технологических машин с приглашением специалистов кафедры технологии машиностроения ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», 18 октября 2018 г., протокол № 8. Заведующий кафедрой Янпольский Василий Васильевич и профессор кафедры Иванцовский Владимир Владимирович. Их подписи заверены.

В заключении ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет» (ОмГТУ) отмечается, что диссертация выполнена в Омском государственном техническом университете. В период подготовки диссертации Кисель А.Г. работал в ФГБОУ ВО ОмГТУ. В 2011 г. окончил магистратуру по направлению «Наземные транспортные системы». В 2014 г. окончил аспирантуру по специальности 05.22.07. Документ о сдаче кандидатских экзаменов выдан в 2017 г. научный руководитель – доцент, к.т.н., Ражковский А.А. Приводится выписка из протокола научного семинара кафедры «Металлорежущие станки и инструменты» от 01 октября 2018 г., перечисляются присутствующие и вопросы, которые были заданы соискателю. Например, несколько вопросов приведу: 1. (к.т.н., доцент Сергеев В.А.) «В чем причина того, что при обработке жаропрочного сплава ХН77ТЮР без применения СОЖ с повышением величины подачи от 0,1 до 0,19 мм/об равнодействующая сила снижается?»; 2. (к.т.н., доцент Реченко Д.С.) «Учитываются ли в работе теплофизические процессы, происходящие в зоне резания? Почему выбранные режимы обработки не соответствуют режимам, предлагаемым в каталогах?». С положительной оценкой работы выступили к.т.н., доцент Реченко Д.С., к.т.н., доцент Васильев Е.В., к.т.н., доц. Евдокимова О.П. Результатом рассмотрения диссертации «Повышение эффективности токарной обработки нежестких заготовок на основе рационального выбора СОЖ» принято следующее заключение. Отмечается актуальность темы исследования, цель работы, которой является уменьшение деформации нежестких заготовок при токарной обработке путем рационального выбора СОЖ, отмечается достоверность научных положений и результатов диссертационной работы. В частности отмечается, что расхождение результатов расчетов с экспериментальными данными не превышает 10 %. Т.е. достаточно высокая вероятность. Научная новизна работы заключается, по мнению организации, в разработке методики выбора СОЖ на основе количественной оценки сил резания в зависимости от смазочного и охлаждающего действий СОЖ при токарной обработке нежестких деталей, в разработке установки для определения охлаждающего действия СОЖ при высоких температурах, методике расчета эффективности СОЖ по смазочному действию в зависимости от плотности и кинематической вязкости СОЖ для пары «инструмент-деталь». Отмечается практическая ценность, которая, по мнению организации, заключается в разработке способов оценки эффективности СОЖ, основанных на определении силы резания, и защищенных патентом на изобретение, и параметров оценки функциональных действий, также защищенных патентом на изобретение, которые позволяют повысить эффективность обработки. Также

отмечается практическая ценность разработанной методики и представленных технологических рекомендаций и разработанного устройства для определения охлаждающей способности жидкой среды, также защищенного патентом на полезную модель. Отмечается, что результаты работы внедрены материалами научно-технического отчета «Испытание эффективности смазочно-охлаждающих жидкостей» в ЗАО НПО «Промэкология». Отмечается личное участие автора. В частности, отмечается, что автору принадлежат формулировка цели и задач исследования, выполнение и обработка результатов экспериментов, выполнение математического моделирования, проектирование и создание лабораторных и опытно-производственных установок. Отмечается, что результаты диссертационной работы отражены в 21 публикации, из них 5 в журналах из перечня ВАК, 2 патентах на изобретение и 1 патенте на полезную модель. Отмечается апробация результатов работы. Работа доложена на международных и российских конференциях и семинарах. На основании изложенного диссертация Киселя А.Г. признана законченной научно-квалификационной работой, соответствующей требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. По названию и содержанию материалов диссертационная работа соответствует специальности 05.02.07. Материалы диссертации достаточно полно представлены в работах, опубликованных соискателем. Например, такая работа, как «Влияние смазочно-охлаждающих жидкостей на силы резания при токарной обработке титанового сплава ВТЗ» в «Омском научном вестнике», в 2013 г. опубликована. Всего, как я уже говорил, отмечается 5 работ, которые опубликованы в журналах из перечня ВАК. Кроме этого, опубликованы материалы работы в статьях в других изданиях, а всего 21 издание. И в заключении отзыва приводится следующее решение. Диссертация «Повышение эффективности токарной обработки нежестких заготовок на основе рационального выбора СОЖ» Киселя А.Г. рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки. В голосовании приняли участие 10 человек. Результаты голосования: за – 10 человек, против – нет, воздержалось – нет. Отзыв подписан заведующим кафедрой «Металлорежущие станки и инструменты» д.т.н., профессором Поповым А.Ю. и также отзыв подписал секретарь, к.т.н., доцент кафедры «Металлорежущие станки и инструменты» Попов П.Е.

Председатель.

Все?

Ученый секретарь – д.т.н., доцент Веткасов Н.И.

Все.

Председатель.

Так. На автореферат диссертации поступило 5 отзывов. Все они положительные. Наверное, я не знаю, они предоставлены членам совета?

Соискатель.

Предоставлены.

Председатель.

Значит, там замечания представлены. Николай Иванович, зачитаете коротко?

Ученый секретарь – д.т.н., доцент Веткасов Н.И.

Всего поступило 5 отзывов на автореферат диссертации.

Д.т.н., профессор Бобровский Н.М.

Но раз их раздали, то зачем их зачитывать?

Председатель.

Я спрашиваю, они лежат на столах?

Д.т.н., профессор Бобровский Н.М.

Лежат.

Председатель.

Да? Тогда давайте так. Если у Вас вопросов по замечаниям нет, тогда предоставим слово соискателю, чтобы он ответил на замечания ведущей организации и отзывы по автореферату.

Соискатель.

Ответы на замечания ведущей организации – Новосибирского государственного технического университета.

По первому замечанию. В работе под эффективностью токарной обработки понимается соотношение силы резания с применением СОЖ и силы резания без применения СОЖ. Сила резания напрямую влияет на деформацию детали в процессе обработки, а от величины деформации, в свою очередь, зависит точность получаемого диаметрального размера детали.

По второму замечанию. Сравнение производилось с обработкой без применения СОЖ, так как по определению СОЖ должна снижать силу резания по сравнению с обработкой без СОЖ. Об эффективности СОЖ по сравнению с любой другой можно судить по величине $K_{\text{СОЖ}}$: эффективнее будет та марка, которая обеспечивает меньшую величину этого коэффициента.

По третьему замечанию. Обоснование эффективности применения СОЖ в данных случаях приведено в разделе 2.2 диссертации. Повышение силы резания объясняется различными составами и физическими свойствами СОЖ. Повышение сил может быть связано при этом с тем, что некоторые СОЖ за счет высокого охлаждающего действия могут привести к повышению прочности обрабатываемого материала вблизи зоны резания. При обработке без применения СОЖ в результате нагрева поверхностного слоя твердость и прочность обрабатываемой заготовки могут снижаться, в результате чего снижается и возникающая сила резания.

По четвертому замечанию. Согласен частично. В работе выполнен расчет относительной погрешности результатов расчетов по сравнению с экспериментальными данными. Величина погрешности не превышала 10 %.

Пятое замечание. По пятому замечанию частично согласен. В работе было решено подавать СОЖ в каждом случае, обеспечивая один и тот же расход, что позволяло устранить эту переменную.

По шестому замечанию. Ответ на это замечание есть в диссертации, и в презентации я привел ГОСТ, по которому деталь можно отнести к нежестким.

По автореферату. Все замечания были сгруппированы в 3 группы. В 1 группу включены замечания, исчерпывающая информация по которым есть в диссертации, 2 – критические замечания, с которыми согласен, 3 – замечания, на которые хотелось бы ответить. К 1 группе замечаний отнесены: первое и второе замечания Московского авиационного института, также первое замечание Иркутского национального исследовательского технического университета и первое замечание Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана. Ко второй группе отнесены четвертое и пятое замечания, полученные из Московского авиационного института, а также второе замечание, полученное из МГТУ им. Н.Э. Баумана.

По замечаниям, на которые хотелось бы ответить более подробно.

Замечание № 3 д.т.н., заведующего кафедрой «Технология производства и эксплуатации двигателей летательных аппаратов» Бойцова Алексея Георгиевича. Ответ на замечание. Для определения зависимости коэффициента трения с применением СОЖ было составлено уравнение равенства сил, в котором сила трения разложена на две составляющие: силу сухого трения и силу жидкостного трения. Силой жидкостного трения считается сила расклинивающего давления СОЖ в местах, где она проникает в зону контакта.

Следующее. Первое замечание д.т.н., профессора, заведующего кафедрой технологии машиностроения Рахимянова Хариса Магсумановича, и к.т.н., доцента кафедры технологии машиностроения Рахимянова Константина Харисовича. По первому замечанию. Согласен. В диссертации и автореферате не указана информация по составу СОЖ. Работа была нацелена на изучение зависимостей от физических свойств жидкостей. Результаты испытаний производители СОЖ сопоставляли с известными им самим химическими составами, что позволило им влиять на химсостав, чтобы добиться требуемых показателей физических свойств. По второму замечанию. Сравнение с неэффективной СОЖ в работе не производилось, но полученные результаты позволяют сделать такую оценку. Затраты при обработке с «неэффективной» СОЖ сопоставимы или превышают затраты при обработке без СОЖ.

Следующее. Ответ на замечания к.т.н., доцента кафедры «Технологии и оборудования машиностроительных производств», Савилова Андрея Владиславовича из Иркутского национального исследовательского технического университета. По замечанию 2. Выбор одинаковой геометрии инструментов обоснован обеспечением единообразия экспериментов. Поэтому выбрана наиболее универсальная геометрия, применяемая при чистовой обработке. По третьему замечанию. Область высоких скоростей обработки заготовок из сплава Д16 не рассматривалась, так как при высоких скоростях возникали вибрации, что было недопустимо.

И последнее. Ответ на замечания к.т.н., доцента кафедры «Автоматизация производственных процессов» Кудряшова Б.П. из Курганского государственного университета. По первому замечанию. Выбор такой схемы испытаний обусловлен тем, что она позволяет применять контртела, выполненные из различных твердых материалов. Кроме того, за счет разницы радиусов контактной поверхности колодки и ролика обеспечивается напряжение в зоне контакта, близкое к

возникающему при резании. Ответ на второе замечание. В работе были определены зависимости коэффициента X от различных физических свойств СОЖ, но зависимость от кинематической вязкости обладает наименьшей относительной погрешностью.

На этом все.

Председатель.

Спасибо. Слово для отзыва предоставляется первому оппоненту д.т.н., профессору Наумову Александру Геннадьевичу. Александр Геннадьевич, Вы по отзыву пройдите, основные моменты. И на замечаниях подробнее.

Официальный оппонент, д.т.н., профессор Наумов А.Г.

Уважаемый председатель, уважаемые члены совета, в начале своего небольшого выступления я хотел бы поблагодарить Вас за возможность участия в работе Вашего совета. Я в первый раз посещаю такое мероприятие. Ну а теперь по сути работы. Актуальность темы диссертации. Совершенствование технологических процессов обработки материалов резанием, в том числе и нежестких заготовок, путем выбора эффективного смазочно-охлаждающего технологического средства (СОТС) было, есть и можно сказать с уверенностью еще долгое время будет одной из важных задач машиностроения. В соответствии с этим, представленную работу по изучению влияния СОЖ на процессы резания металлов можно признать актуальной. Второй момент. Степень обоснованности и достоверности основных положений, выводов диссертационной работы. Диссертационная работа представлена семью выводами, каждый из которых, на мой взгляд, в достаточной мере обоснован в соответствующих главах диссертации. В моем отзыве каждый вывод рассмотрен отдельно и представлено, в какой из глав он нашел свое подтверждение. Новизна проведенных исследований и полученных результатов. По ходу обсуждения диссертации уже возникал вопрос, что новизна не вполне соответствует научной новизне. Я бы вот ее трактовал как «Практическая значимость работы». Поэтому я позволил себе внести некоторые коррективы и предложить на Ваше усмотрение свое видение научной новизны. Она заключается двумя пунктами. Итак, первый. Установлены физико-механические закономерности, обеспечивающие выбор технологического средства по его способности снижать силу резания, основанные на математических расчетах по авторской методике в зависимости от показателей смазочного и охлаждающего действий СОТС при токарной обработке нежестких заготовок. Это первый момент. И второй момент. Установлена взаимосвязь смазочного и охлаждающего действий СОТС при точении нежестких заготовок с режимами и производительностью обработки нежестких заготовок. По каждому из ответственных выводов, в моей интерпретации, соискателем проведены надлежащие исследования с применением современного оборудования. Из сказанного следует, что диссертационная работа является законченной научно-исследовательской работой, содержащей новое решение актуальной задачи, отмеченной как у соискателя, так и в моей интерпретации новизны, относящейся к теории обработки металлов резанием и изнашивания инструмента при рациональном выборе СОТС. Следующий момент – теоретическая и практическая значимость полученных результатов. В научном плане диссертационная работа

развивает наше представление о процессах и явлениях, протекающих в зоне контактирования, и механизма процесса резания при обработке металлических заготовок, в том числе и нежестких заготовок. Создает научные основы для разработки оптимальных по составу высокоэффективных СОТС, что, кстати, отмечено в работе, что по результатам работы были даны рекомендации на разработку новых составов. По практической ценности работы свидетельствуют результаты интеллектуальной деятельности автора. В первую очередь это патенты, проведенная апробация результатов исследований и акт внедрения разработанной технологии. И кроме того, возможность использования результатов исследования и дальнейшее внедрение широкомасштабное в промышленность. По данной работе отмечены и недостатки. Некоторые из них я отметил в своем отзыве.

Итак, первое. В работе за один из основных критериев выбора эффективной СОТС принято снижение сил резания в результате смазочного действия технологического средства. Однако, на снижение сил резания может оказывать влияние и возникающий нарост в результате изменения переднего угла режущей пластины. Как при проведении исследований учитывалось это явление? Потому что, согласно представленным данным, скорости резания находились в пределе возникновения нароста на режущем клине инструмента.

Второй вопрос. В работе не представлены результаты по определению границ критических скоростей резания, т.е. тех скоростей, при которых смазочное действие СОТС не проявляется (иными словами, СОТС не проникает в зону непосредственного контакта), и как при этом происходит выбор необходимой преобладающей функции СОТС при заданных режимах резания – смазочная или охлаждающая? Потому что в диссертации сказано, что пока СОТС проникает в зону контакта, должно преобладать смазочное действие. С тем, чтобы работал тот механизм, который предложен автором. Когда СОТС перестает проникать в контактную зону, т.е. с повышением скорости резания, должен работать механизм охлаждающего действия.

Третий момент. При выводе математических зависимостей не учтено: 1. химический состав применяемых СОТС, тогда как в выводе 7 работы показано, что на базе выполненных исследований были получены новые концентраты СОТС; 2. изменение химического состава используемых СОТС с течением времени в результате осуществления процесса резания (т.е. функции СОТС претерпевают изменения какие-то).

И четвертый момент. В диссертации имеются места с опечатками, неудачным изложением текста, терминологическими неточностями.

И общее заключение по работе. Диссертация изложена на 175 страницах и состоит из введения, четырех глав, общих выводов, списка литературы из 184 наименований и 6 приложений. Язык работы грамотный, изложение логично, структура работы «прозрачна», разделы взаимосвязаны. Текстовый материал, в основном, хорошо сверстан, иллюстрации подготовлены качественно, фотоснимки информативны. 21 публикация, в числе которых 5 публикаций в изданиях, рекомендуемых ВАК, 3 Патента РФ и свидетельство о регистрации электронного ресурса, список которых представлен в автореферате, в достаточной

мере отражают основное содержание диссертации. В диссертации содержатся научные положения, выдвинутые автором, даны научно обоснованные решения по разработке технологии выбора эффективных СОТС для токарной обработки нежестких заготовок. Автореферат соответствует содержанию диссертации, дает суждение об актуальности темы, цели и задачи исследования, методах и средствах исследования, научной новизне и практической ценности, апробации и объеме работы, кратком поглавном содержании, научных выводах и результатах работы. Диссертация и автореферат в основном оформлены в соответствии с требованиями ГОСТ. Название ГОСТа я не буду читать. Т.е. это система оформления. Указанные в п. 5 недостатки и замечания, на взгляд оппонента, не снижают теоретической и практической ценности диссертационной работы в целом. Диссертация Киселя Антона Геннадьевича «Повышение эффективности токарной обработки нежестких заготовок на основе рационального выбора СОЖ» на соискание учёной степени кандидата технических наук соответствует требованиям п.п. 9, 10 и 14 Положения о порядке присуждения учёных степеней и званий, а её автор заслуживает присуждения ему искомой учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки. Официальный оппонент, Почетный работник науки и техники России, руководитель трибологического центра Ивановского государственного университета, профессор Наумов А.Г.

Председатель.

Так, спасибо, Александр Геннадьевич. Спасибо. Присаживайтесь. Так, Антон Геннадьевич, пожалуйста. Замечания. Давайте, с чем согласны, что в дальнейшем учтете. С чем не согласны, можете ответить.

Соискатель.

По первому замечанию могу сказать, что в работе влияние нароста не учитывалось по той причине, что при выходе резца из зоны обработки нарост не был обнаружен, что говорит о возможном срыве нароста в результате каких-то вибраций силы резания.

По второму замечанию. Критические скорости не устанавливались, т.к. при этих скоростях возможно возникновение вибраций, что было недопустимо. С тем, что при таких скоростях СОТС не проникают в зону резания, согласен. При этом преобладающим будет охлаждающее действие СОТС.

По третьему замечанию. При проведении исследований выполнялась оценка СОТС только по физическим свойствам. На базе полученных результатов, приведенных в работе, разработчиками СОТС оценивалось влияние химического состава на физические свойства, и это позволило им менять химсостав, чтобы добиться требуемых физических свойств. В процессе исследований в работе было разработано устройство, которое позволяет продливать срок службы СОЖ, но в работу оно не было включено, т.к. не стояла такой задачи. И, т.к. за состоянием СОТС обычно положено следить, что позволяет минимизировать влияние изменения состава СОЖ, то этим фактором в работе было решено пренебречь.

По четвертому замечанию согласен.

Председатель.

Так, Александр Геннадьевич. Удовлетворяют ответы?
Официальный оппонент, д.т.н., профессор Наумов А.Г.

Да.

Председатель.

Спасибо. Слово для отзыва предоставляется официальному оппоненту, к.т.н., доценту Васильеву Дмитрию Вячеславовичу. Пожалуйста.

Официальный оппонент, к.т.н., доцент Васильев Д.В.

Я хотел бы поблагодарить за такую представленную возможность. Разрешите, я зачитаю, наверное? Так быстрее будет просто.

Председатель.

Пожалуйста.

Официальный оппонент, к.т.н., доцент Васильев Д.В.

Уважаемые, коллеги, я ознакомился с работой. Данная работа имеет право существования и на дальнейшую научную жизнь. Конкретно поставлена цель, поставлены задачи, которые необходимо выполнить для достижения этой цели. И, соответственно, соискатель эти задачи выполнил. Вопросу повышения эффективности механической обработки нежестких деталей посвящено много научных работ. На современных предприятиях на производстве растут требования к размерной точности деталей. Это особенно актуально для авиационной и аэрокосмической промышленности. Соискатель в работе предлагает решение этой проблемы путем новой авторской методики выбора СОЖ на основе способа, защищенного патентом на изобретение и зарегистрированной компьютерной программы. В работе соискатель провел исследования физико-механических процессов, происходящих в зоне резания, при применении различных марок СОЖ, определил доминирующие факторы, влияющие на силы резания, что важно при обработке разных групп сталей и сплавов различной обрабатываемости, в том числе труднообрабатываемых материалов. В своем отзыве я изложил обоснованность и достоверность результатов. В научной новизне я выделил, что метод выбора СОЖ основан на количественной оценке снижения сил резания в зависимости от смазочного и охлаждающего действий СОЖ различных марок и видов.

Не обошлось и без замечаний:

– На странице 63 диссертации расчет выполнен в программе КОМПАС. Почему прочностные расчеты не проводились в специализированном программном обеспечении, хотя бы ANSYS?

– На 64 странице не представлена тестовая задача (Тестовая задача выполняется для того чтобы определить оптимальное количество конечных элементов их форма и размеры, влияние их на расчёт).

– Как в конечно-элементной модели учитывалось влияние СОЖ?

– На 81 и 83 страницах плохо читаемые рисунки.

– На странице 108 в таблице 4.2 разные условия испытаний (разные размеры диаметров заготовок).

– Далее. Сказано о рациональности режимов резания. Я не увидел критериев рациональности, которые применялись в работе.

– На 152 странице в таблице 1.1 не представлена глубина резания, геометрия режущего инструмента, материал режущей части. Хотелось бы, чтобы было информативно.

– На 175 странице представлен акт испытаний, в котором величина сил резания выражается в процентах. Вопрос, производилась ли тарировка и сколько это в Ньютонах?

В заключении хотелось бы отметить, что диссертация Киселя Антона Геннадьевича является завершенной научно-квалификационной работой, результаты которой внесут большой вклад в решение актуальной задачи, связанной с повышением точности токарной обработки нежестких заготовок за счет снижения упругих деформаций. Диссертационная работа отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям и соответствует п. 9 «Положения о присуждении ученой степени», а ее автор, Кисель Антон Геннадьевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки. У меня все. Спасибо.

Председатель.

Спасибо, Дмитрий Вячеславович. Присаживайтесь. Я хотел бы прояснить, чтобы не создалось впечатление у членов совета, что этот отзыв написан не по требованиям. Отзыв составлен в соответствии с требованиями, где отмечаются все те пункты, которые есть. Так что там все нормально. Так. Ответы на замечания, пожалуйста.

Соискатель.

По замечанию 4 и замечанию 7 сразу скажу, что согласен. По первому замечанию. В данном случае решается задача по расчету деформации балки с жесткой заделкой. Задача достаточно простая и решается успешно и в программе КОМПАС. Также выполнялись расчеты и в программе ANSYS. Расхождения результатов не было обнаружено.

По второму замечанию. Тестовая задача не решалась. Такой задачи в работе не было. Во всех случаях принимался элемент в виде четырехузлового тетраэдра с размером стороны 3 мм.

Третье замечание. Влияние СОЖ учтено подстановкой в расчеты величины силы резания, полученной с применением СОЖ.

По пятому замечанию. В данном случае диаметры заготовок разные, но выдерживается соотношение длины вылета заготовки к диаметру $\frac{1}{4}$ или менее.

По шестому замечанию. Рациональными режимами считались те, при которых обеспечивается наименьший коэффициент эффективности КСОЖ и не допускается превышение температуры, ограниченной теплостойкостью инструментального материала.

По последнему, восьмому, замечанию. В данной таблице в процентах представлена нагрузка на шпинделе, которая измерена с помощью станочных приборов. Тарировка не производилась, поскольку оценивалось именно относительное изменение нагрузки.

На этом все.

Председатель.

Так. Вы удовлетворены?

Официальный оппонент, к.т.н., доцент Васильев Д.В.

Да. Меня удовлетворил ответ.

Председатель.

Спасибо большое. Так. Ну, если вопросы закончились, пожалуйста, кто хочет выступить? Желающие. Члены комиссии, которые изучали диссертацию. Пожалуйста, Владислав Николаевич.

Д.т.н. Ковальногов В.Н.

С данной работой я знаком уже довольно давно. Года 2 назад, если не ошибаюсь, в первый раз приезжал к нам Антон Геннадьевич с первым докладом. Ну и по сегодняшнему докладу, по обсуждению, по выступлению оппонентов видно, что проделана соискателем значительная работа. Что ценно, работа экспериментального характера. Выполнен довольно трудоемкий эксперимент в большом объеме. Что ценно, это одна из немногих работ по СОЖ в последнее время. На моей памяти за последние три года точно чуть ли не единственная работа по СОЖ. Очень ценно, что соискателем получены в процессе выполнения диссертации оригинальные объекты интеллектуальной собственности, в том числе 3 патента и оригинальный программный продукт. Считаю, что работа соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. И я буду голосовать за.

Председатель.

Спасибо. Евгений Степанович.

Д.т.н., профессор Киселев Е.С.

Если откровенно, меня порадовало, что тема СОЖ не умерла, что она есть еще, вызывает интерес у исследователей после всей той работы, которая была проведена в 70-х годах огромным коллективом авторов. Казалось бы, все уже есть. Но вот есть люди, которые пытаются что-то сделать. Вот это меня порадовало. С другой стороны, меня немножко удивило, что многие вопросы, которые затронуты в этой работе, по ним сделали чуть ли не новые выводы, хотя это давно известно. Вот интересный конечно подход, который в свое время пытался решить Евсей Григорьевич Бердичевский. Это бывший наш сотрудник, нашей кафедры. Он достаточно известная личность и ученый. Эрудированный. Вот он как раз пытался разделить все эти функциональные действия СОЖ и дальше продумать какую-то программу, какую-то систему, которая позволяла бы по оценке отдельных функциональных действий СОЖ прогнозировать ее эффективность в целом. К сожалению, ничего не получилось. Ну, в том числе и благодаря тому, что тогда еще достаточно часто процессы трения, которые возникают в экстремальных условиях резания или шлифования, чуть ли не ставили знак равенства в процессе трения в машинах. Есть интересная книжка Александра Николаевича Сальникова «Трение в экстремальных условиях», где показано, что это вообще нельзя никак... Одно дело фактическая площадь контакта, а другое дело геометрическая площадь контакта, совершенно другие условия. А здесь вот снова такая попытка, по-моему, без достаточного анализа работ предшественников. Их очень много было. Даже выбор машины трения. Их

существует очень много. Почему выбрана здесь колодка – фактически полосовой контакт. Может быть тут разные показатели, все это как-то непонятно. Что я увидел нового, и это радует, может быть это действительно понадобится в будущем. Это вот, как бы ее может быть я и сам ругал ее. Говорил, что здесь есть исследование методики оценки охлаждающих свойств СОЖ. Действительно она отличается здесь новизной. Вопрос, что с использованием этой методики, какие выводы можно делать. Она интересная. Меня порадовали выступления обоих оппонентов. Они достаточно глубоко посмотрели работу и сделали огромное количество замечаний, на которые отвечать чрезвычайно сложно. Вот такой вот ответ, который нам продемонстрировал Антон Геннадьевич, он, наверное, не совсем подходит. Я боюсь, что может произойти то же, что произошло один раз при защите. Все эти замечания в ВАКе кто-нибудь перепишет и сделает вывод не положительный, а отрицательный. Вот не смотря на такое количество замечаний, которые сделали оба оппонента, порадовали меня и второй оппонент, и первый. Замечания, в общем-то, серьезные. Вот первый оппонент как раз прошелся по научной новизне, что ее фактически так формулировать нельзя. И я согласен. Но и в целом научную новизну определить очень сложно. Поэтому в принципе у меня затруднительное положение. С одной стороны, все понятно, Антон Геннадьевич, будем говорить, базового образования резальщика не имеет. Он заканчивал и вуз, и аспирантуру по другой специальности. Ну и наверное, вот такие знания они недостаточны в наши дни. Человек самостоятельно изучил. Но с другой стороны, какие-то исследования сделал. Поэтому как экзамен когда сейчас принимаешь, между тройкой и двойкой, чтобы поставить, лишний вопрос боишься задать. Больше ничего не могу сказать. Пока думаю, какую оценку поставить.

Председатель.

Пожалуйста. Еще кто выступить хочет? Есть желающие? Александр Николаевич.

Д.т.н., доцент Унянин А.Н.

Работа посвящена повышению эффективности обработки заготовок маложестких деталей. Понятно, что при обработке заготовок маложестких деталей надо снижать силу резания. Если просмотреть зависимость аналитическую, прежде всего, для расчета силы резания, то в них входят следующие параметры, которые определяют составы СОЖ (могут определять составы СОЖ), а именно: первое – это коэффициент трения, и второе – это либо предел прочности материала заготовки в некоторых зависимостях, либо напряжения в зоне контакта. Но разработать аналитические зависимости, которые связывают химический состав жидкости с этим коэффициентом, напряжением, не удалось, по-моему, еще никому. Александр Геннадьевич сделал соответствующее замечание, справедливое, но такую работу еще никому не удалось провести. Поэтому автор пошел несколько иными путями. Он предложил вот эти 2 коэффициента, которые учитывают смазочное действие и охлаждающее действие. Не коэффициент трения, который трудно определить, а вот именно вот такие коэффициенты предложил. Ну и выполнил соответствующие теоретико-экспериментальные исследования, которые показали, каким образом эти

коэффициенты влияют на силу резания. Ну и что мне импонирует – он учел не только смазочное действие жидкости, но и охлаждающее действие жидкости, поскольку от температуры в зоне контакта сила резания тоже зависит. И в некоторых случаях он получил отрицательный результат. Я считаю, что эту работу нужно поддержать и буду голосовать за.

Председатель.

Так. Еще есть желающие? Пожалуйста, заведующий кафедрой.

Д.т.н., профессор Попов А.Ю.

Попов Андрей Юрьевич заведующий кафедрой «Металлорежущие станки и инструменты» ОмГТУ. Антон Геннадьевич мой сотрудник. Я крайне заинтересован, в том, чтобы он работал у нас на кафедре, чтобы он рос. И именно поэтому я принял решение приехать и поддержать его. Спорить с членами совета, я считаю, это непорядочно и не этично, потому что не я защищаюсь и не мне отвечать на вопросы, которые они задают. С частью вопросов я согласен, с частью вопросов не согласен, но это мое дело. Что касается его квалификации технолога, станочника, Антон Геннадьевич все это делал своими руками. Он работает на станках с программным управлением, работает довольно неплохо, ведет занятия. Ведет занятия по теории резания. Это у нас основной преподаватель, который ведет лабораторные работы по теории резания. Поэтому по части практики работы на станке я считаю, что практика у него достаточная. Во всяком случае, больше, чем у очень многих заводских технологов. Что касается его работы, я тоже не хотел бы вникать. Я хорошо знаком с его работой, потому что так получилось, что руководитель по состоянию здоровья не мог с ним ездить на прослушивания в Ваш ВУЗ. Приходилось ездить мне, и работа проходила у меня на глазах. Но я не руководитель. Единственное, я хотел бы сказать насчет вопроса профессора Худобина. Вы знаете, этот вопрос старый, его задавали еще на первом семинаре, когда он докладывался. И так получилось, что я тоже был частью вовлечен в попытку ответить на этот вопрос. Ну и в конце концов, Антон Геннадьевич сам принял решение, суть которого в том, что поговорить на эту тему можно, ответить – нельзя. То есть физическую модель нарисовать не получилось. Поэтому пришлось пойти на тот метод, который можно назвать «методом научного взлома». Т.е. регрессионный анализ и т.д. Это метод, который дает результат, но в какой-то очень узкой области, и не имеет физического объяснения. Ну, а в целом я хочу сказать, что Антон Геннадьевич исключительно порядочный человек. Это не так часто, как ни странно, встречается. Его нельзя заставить поставить точки на графике, просто физически невозможно. Его экспериментальным результатам лично я доверяю абсолютно. Со студентами у него ровные, хорошие, нормальные отношения. У него ровные, хорошие отношения со всеми работниками кафедры. В моральном плане человек очень достойный. И поэтому, если Вы поддержите, и я, и кафедра будем Вам крайне благодарны. Спасибо.

Председатель.

Спасибо, Андрей Юрьевич. Ну что, на этом заканчиваем? Леонид Викторович?

Д.т.н., профессор Бобровский Н.М.

Я просто хотел сказать тоже, что может быть многие упустили. Мы как-то привыкли вот. Ну, может быть, наша специальность такая техническая и она подразумевает такую вот новизну. Мы забыли важный фактор научной новизны, о котором он тоже сказал, но ни разу подробно не сказал. 3 патента и свидетельство о регистрации электронного ресурса. Я, кстати, своим все время говорю. Помните случай с Мединским? Спорили: новизна, не новизна. Наличие патента, а их здесь целых 3, является доказательством получения новизны. Да, можно по-разному к этому относиться, но это новизна. Второе. Цикл получения патента по времени, мы все знаем, что это занимает годы. А у него их 3. Значит, вот этот цикл он по времени повторил 3 раза. Это не так мало. Я считаю, что для кандидатской диссертации наличие 3-х патентов и свидетельства о регистрации электронного ресурса это достаточно. Я буду голосовать за.

Председатель.

Спасибо. Так, все? Леонид Викторович, Вы что-то хотели сказать?

Д.т.н., профессор Худобин Л.В.

Я особо нового ничего не внесу своим выступлением. Но вот мне представляется, что с научной новизной в этой диссертацией дело обстоит плохо. Я тут солидарен с выступлением Евгения Степановича. И у меня такое впечатление, что здесь диссертация в этом плане, с этого аспекта, построена по принципу «новое – это хорошо забытое старое». Почти все вопросы, которые выдаются сейчас за научную новизну, тут я не могу согласиться с уважаемым оппонентом Александром Геннадьевичем, при его очень хорошем отзыве. Научной новизны практически нет. Все эти вопросы давным-давно исследованы. И, к сожалению, уважаемый соискатель плохо занимался изучением априорной информации. В частности, простите меня за прямоту, это работа нашей кафедры. Все эти вопросы о связи вязкости жидкости и смазочного действия с силами резания достаточно хорошо исследованы. Тем не менее, я сказал аргументы «про». А теперь я хочу сказать аргументы «за здравие». Тем не менее, приходится согласиться, это так, что в диссертации большой экспериментальный материал. Может быть не достаточно хорошо обработанный математически. Об этом свидетельствует тот слайд, на который я и другие члены совета обратили внимание. Это конечно очень большая ошибка. Мне кажется, что этот материал надо еще как следует проанализировать и наверное можно будет получить и новую дополнительную достаточно хорошую информацию. Что мне нравится. Также как только что выступавшему коллеге. Это апробация работы. Действительно, практическая полезность несомненна. Как не вертись, практическая польза есть и будет, наверное, в дальнейшем, когда это еще лучше обработать. Достаточно хорошая польза, значимая. И вот эта вот апробация. Публикации многочисленные, действительно: 3 патента. Правда, свидетельство о регистрации программы ни о чем не говорит. Есть программа, еще одна появилась миллионная программа. Ну и что? Я не вижу здесь большого достижения. Патенты да – они подтверждают практическую полезность работы. Это очень хорошо. Но что меня заставляет поддержать эту работу, не столько сама работа, сколько сам соискатель. Мне представляется, что это достаточно эрудированный в своей области человек, добросовестно выполнявший свою

диссертационную работу, имеющую хорошую практическую полезность. И нужно вспомнить, что любая диссертация – это научно-квалификационная работа. И с точки зрения повышения квалификации молодого научного работника она действительно свою службу выполнила. Так что я тоже в принципе поддерживаю эту работу.

Председатель.

Спасибо, Леонид Викторович. Ну, на этом заканчиваем?

Д.т.н., профессор Полянский Ю.В.

Владимир Петрович, я хочу сказать. Я выступать не буду. Я к профессору Худобину присоединяюсь. Я считаю, что это позитивная работа. Так что при всех недостатках, которые есть, у нее преимущества большие. Следует ее поддержать.

Председатель.

Спасибо, Юрий Вячеславович. Спасибо. Так. На этом дискуссию заканчиваем. И заключительное слово предоставляется соискателю.

Соискатель.

Я хотел бы выразить благодарность диссертационному совету, за то, что приняли меня на защиту. Хотел бы сказать большое спасибо своей кафедре. Многие члены кафедры помогали в этой работе тоже. Большое спасибо оппонентам за то, что приехали и также написали хорошие отзывы. На этом все.

Председатель.

Спасибо. Так. Приступаем к голосованию. Есть предложение по составу счетной комиссии. Я думаю, что возражать никто не будет. Включить в состав комиссии Кирилина Юрия Васильевича, Булыжева Евгения Михайловича и Клячкина Владимира Николаевича. Председателем сделать Кирилина Юрия Васильевича. Так, есть возражения? Делаем технический перерыв для голосования.

Счетная комиссия организует тайное голосование

Председатель.

Продолжаем работу. Слово предоставляется счетной комиссии. Председатель счетной комиссии, пожалуйста. Юрий Васильевич.

Д.т.н., доцент Кирилин Ю.В.

Состав выбранной комиссии: Кирилин Ю.В., Клячкин В.Н., Булыжев Е.М. Комиссия избрана для подсчета голосов при тайном голосовании по диссертации Киселя Антона Геннадьевича на соискание ученой степени кандидата технических наук. Состав диссертационного совета утвержден в количестве 20 человек на период действия номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.02.2015 г. № 123/нк. В состав диссертационного совета дополнительно введены 0 человек. Присутствовало на заседании 14 членов совета, в том числе докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации 8. Роздано бюллетеней 14. Осталось нерозданных бюллетеней 6. Оказалось в урне бюллетеней 14. Результаты голосования по вопросу о присуждении ученой степени

кандидата технических наук Киселю Антону Геннадьевичу: за – 14, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель.

Так. Прошу проголосовать. Кто за? 14. Против? Нет. Недействительных нет. Протокол счетной комиссии утверждается. Таким образом, на основании результатов тайного голосования: за – 14, против – нет, недействительных – нет. Объединенный диссертационный совет Д999.003.02 при Ульяновском государственном техническом университете и Тольяттинском государственном университете признает, что диссертация Киселя Антона Геннадьевича содержит решения научной задачи, направленной на повышение точности обработки нежестких заготовок и соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Теперь Вам роздано заключение. Переходим к заключению. Проект заключения у Вас у всех лежит. Давайте его обсудим.

Обсуждение заключения

Председатель.

Если замечаний больше нет, то есть предложение принять заключение в целом с учетом высказанных замечаний. Если нет возражений, я прошу проголосовать за данное заключение. Кто «за»? (Все) Кто «против»? Кто воздержался? Против и воздержавшихся нет. Антон Геннадьевич, мы до Вас это заключение доводим, до Вашего сведения.

Заключение диссертационного совета объявляется соискателю

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОБЪЕДИНЕННОГО ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
Д999.003.02, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «УЛЬЯНОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» И ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТОЛЬЯТТИНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ», МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 27.12.2018 г. № 43

О присуждении Киселю Антону Геннадьевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение эффективности токарной обработки нежестких заготовок на основе рационального выбора СОЖ» по специальности 05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки, принята к защите 25.10.2018 г., (протокол заседания № 40), объединенным диссертационным советом Д999.003.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения (ФГБОУ) высшего образования (ВО) «Ульяновский государственный технический университет» и ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», Министерство науки и высшего образования РФ, 432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32, действующим на основе приказа № 123/нк 17.02.2015 г.

Соискатель Кисель Антон Геннадьевич 1988 года рождения.

В 2011 году соискатель окончил ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения». В 2014 году соискатель окончил аспирантуру на базе ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения».

С 2013 года работает в ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет» в должностях младшего научного сотрудника и ассистента кафедры «Металлорежущие станки и инструменты».

Диссертация выполнена на кафедре «Металлорежущие станки и инструменты» в ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования РФ.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Ражковский Александр Алексеевич. Работал в должности доцента на кафедре «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава» в ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения», в настоящий момент пенсионер.

Официальные оппоненты:

1. Наумов Александр Геннадьевич, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет», кафедра экспериментальной и технической физики, руководитель трибологического центра ИвГУ;

2. Васильев Дмитрий Вячеславович, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», кафедра «Станки и инструменты», заведующий лабораториями резания.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» (НГТУ), г. Новосибирск, в своем положительном отзыве, подписанном Янпольским Василием Васильевичем, к.т.н., доцентом, заведующим кафедрой проектирования технологических машин, Иванцовским Владимиром Владимировичем, д.т.н., профессором кафедры проектирования технологических машин и утвержденном Вострецовым Алексеем Геннадьевичем, д.т.н., профессором, проректором по научной работе, указала, что диссертация А.Г. Киселя «Повышение эффективности токарной обработки нежестких заготовок на основе рационального выбора СОЖ», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»

содержит новые научно обоснованные решения по выбору СОЖ, позволяющие повысить эффективность токарной обработки нежестких заготовок, имеющие существенное значение для различных отраслей промышленности. Работа носит законченный характер и отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» от 24.09.2013г. №842 (в редакции Постановления Правительства Российской Федерации от 21.04.2016г., №335), а ее автор, Кисель Антон Геннадьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Соискатель имеет 21 опубликованную работу по теме диссертации, в том числе 5 научных статей в журналах, входящих в перечень ВАК, 2 патента РФ на изобретение, 1 патент на полезную модель и 1 свидетельство о регистрации электронного ресурса.

Наиболее значимые работы соискателя по теме диссертации:

1. Влияние смазочно-охлаждающей жидкости на силы резания при токарной обработке титанового сплава ВТ3 / А. А. Ражковский, А. Г. Кисель, Д. С. Реченко, А. А. Федоров // Омский научный вестник. Сер. Приборы, машины и технологии. – Омск. – 2013. – № 1 (117). – С. 101–104.

2. Влияние синтетических смазочно-охлаждающих жидкостей на коэффициент трения / А. Г. Кисель, А. А. Ражковский, Д. С. Реченко, А. Ю. Попов // СТИН. – 2013. – № 9. – С. 29–30.

3. Повышение точности токарной обработки за счет применения смазочно-охлаждающих жидкостей / А. Г. Кисель, А. А. Ражковский, Д. С. Реченко, А. Ю. Попов // Технология машиностроения. – 2014. – № 2 (140). – С. 18–20.

4. Кисель, А. Г. Исследование коэффициентов теплоотдачи водных и масляных смазочно-охлаждающих жидкостей / А. Г. Кисель, Д. С. Реченко // Вестник машиностроения. – 2014. – № 4. – С. 76–78.

5. Оценка охлаждающих свойств смазочно-охлаждающих жидкостей / А. Г. Кисель, Е. Д. Пуртов, А. В. Дейлова, Н. Н. Кочура // Омский научный вестник. Сер. Приборы, машины и технологии. – Омск. – 2017. – № 1 (151). – С. 27–29.

6. Кисель, А. Г. Влияние водоземulsionных и синтетических смазочно-охлаждающих жидкостей на изменение коэффициента трения пары «Сталь 45 - твердый сплав Т15К6» / А. Г. Кисель // Альманах современной науки и образования. – 2013. – № 3 (70). – С. 72–73.

7. Исследование охлаждающей способности синтетических смазочно-охлаждающих жидкостей и их влияния на коэффициент трения при токарной обработке стали 45 / А. Г. Кисель, А. А. Ражковский, А. Ю. Попов, Д. С. Реченко, Ю. В. Шнуров // Новый университет. – 2013. – № 1 (11). – С. 45–48.

8. Кисель, А. Г. Подбор водоземulsionных смазочно-охлаждающих жидкостей для токарной обработки титанового сплава ВТ3 на основе исследований смазочного и охлаждающего действия / А. Г. Кисель, А. А. Ражковский, Д. С. Реченко // Международный научно-исследовательский журнал. – 2013. – № 4 (11). – Ч. 1. – С. 97–99.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Отзыв ведущей организации – **ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» (НГТУ)**, подписанный Янпольским Василием Васильевичем, к.т.н., доцентом, заведующим кафедрой проектирования технологических машин, Иванцовским Владимиром Владимировичем, д.т.н., профессором кафедры проектирования технологических машин и утвержденный Вострецовым Алексеем Геннадьевичем, д.т.н., профессором, проректором по научной работе. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. «В диссертационной работе не полностью раскрыто понятие эффективности токарной обработки. Само присутствие такого термина как эффективность в наименование работы должно указывать на повышение точности, производительности или снижение стоимости обработки»; 2. «Численный эффект снижения силы резания при точении за счет применения СОЖ показан по отношению к варианту без использования СОЖ. Хотя заранее известно, что применение СОЖ в большинстве случаев дает положительный эффект»; 3. «В табл. 2 автореферата и в табл. 4.1 диссертации приведены некоторые значения $K_{\text{СОЖ}} > 1$. Не дано соответствующего обоснования

неэффективности применения СОЖ в данных случаях»; 4. «В диссертации не приводятся сведения, как производилась оценка значимости коэффициентов регрессии и адекватности полученных уравнений (4.1)--(4.4), описывающих зависимости $K_{\text{СОЖ}}=f(K_{\text{см}};K_{\text{охл}})$ »; 5. «Для повышения точности и достоверности результатов исследований следовало бы учитывать фактор расхода подаваемой в зону резания СОЖ в качестве переменного»; 6. «В работе отсутствует конкретизация, по каким критериям деталь можно отнести к классу нежестких».

Указанные замечания не влияют на положительную оценку выполненной работы и не опровергают основные выводы диссертации.

2. Отзыв официального оппонента – **Наумова Александра Геннадьевича**, д.т.н., профессора кафедры экспериментальной и технической физики, руководителя трибологического центра ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет». Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. «В работе за один из основных критериев выбора эффективной СОТС принято снижение сил резания в результате смазочного действия технологического средства. Но, на снижение сил резания может оказывать влияние и возникающий нарост в результате изменения переднего угла режущей пластины. Как при проведении исследований учитывалось это явление?»; 2. «В работе не представлены результаты по определению границ критических скоростей резания, т.е. тех скоростей, при которых смазочное действие СОТС не проявляется (СОТС не проникает в зону непосредственного контакта), и как при этом происходит выбор необходимой превалирующей функции СОТС при заданных режимах резания - смазочная или охлаждающая?»; 3. «При выводе математических зависимостей не учтено: химический состав применяемых СОТС, тогда как в выводе 7 работы показано, что на базе выполненных исследований были получены новые концентраты СОТС; изменение химического состава используемых СОТС с течением времени в результате осуществления процесса резания»; 4. «В диссертации имеются места с опечатками, неудачным изложением текста, терминологическими неточностями».

3. Отзыв официального оппонента – **Васильева Дмитрия Вячеславовича**, к.т.н., доцента кафедры «Станки и инструменты» заведующего лабораториями резания ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет». Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. «На 63 странице расчет выполнен в КОМПАС v 14. Почему прочностные расчеты не проводились в специализированном программном обеспечении ANSYS?»; 2. «На 64 странице не представлена тестовая задача (Тестовая задача выполняется для того чтобы определить оптимальное количество конечных элементов их форма и размеры, влияние их на расчёт)»; 3. «Как в конечно-элементной модели учитывалось влияние СОЖ»; 4. «На 81 и 83 страницах плохо читаемые рисунки»; 5. «На странице 108 в таблице 4.2 разные условия испытаний (разные диаметры деталей, в таблице не указаны припуски на обработку)»; 6. «Сказано о рациональности режимов резания, какие критерии рациональности применялись в работе»; 7. «На 152 странице в таблице П.1.1 не представлена глубина резания, геометрия режущего инструмента, материал режущей части»; 8. «На 175 странице представлен акт испытаний, в котором величина сил резания выражается в процентах. Производилась ли тарировка и это сколько в Ньютонах?».

Отзыв из **ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт»** (национальный исследовательский университет), г. Москва, подписанный д.т.н., доцентом, заведующим кафедрой «Технология производства и эксплуатации двигателей летательных аппаратов» Бойцовым Алексеем Георгиевичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. «Из автореферата не ясно, чем обоснован выбор сплавов, из которых были изготовлены обрабатываемые заготовки»; 2. «В автореферате не приведено описание работы разработанной программы для выбора СОЖ»; 3. «Непонятно, каким образом выведена зависимость для расчета коэффициента трения с применением СОЖ»; 4. «Таблица 2 в автореферате на страницах 14 и 15 перенесена не по ГОСТу»; 5. «По тексту имеются некоторые орфографические ошибки и опечатки».

Отзыв из **ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет»**, г. Новосибирск, подписанный д.т.н., профессором, заведующим

кафедрой технологии машиностроения Рахимяновым Харисом Магсумановичем и к.т.н., доцентом кафедры технологии машиностроения Рахимяновым Константином Харисовичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. «В автореферате диссертации говорится об использовании результатов работы при составлении новых концентраторов СОЖ, но при этом отсутствует конкретная информация по их составу, концентрации»; 2. «Также автор упоминает о достигнутом снижении затрат на производство деталей с применением эффективной СОЖ в сравнении с обработкой без СОЖ. Однако проводились ли аналогичные сравнительные испытания эффективности обработки с применением «неэффективной» СОЖ?».

Отзыв из **ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»**, г. Иркутск, подписанный к.т.н., доцентом кафедры «Технологии и оборудования машиностроительных производств» Савиловым Андреем Владиславовичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. «Из автореферата не ясно, учитывались ли при проведении эксперимента и обработке его результатов вибрации, которые, как правило, сопровождают обработку нежестких заготовок и оказывают существенное влияние на динамику резания»; 2. «При обработке образцов из различных материалов, механические свойства которых и обрабатываемость резанием значительно отличаются, применялись режущие инструменты, имеющие одинаковую геометрию»; 3. «При экспериментальном точении заготовок из алюминиевого сплава Д16 назначенные режимы резания не затрагивали область высокоскоростного обработки, при которой уравнение теплового баланса при резании значительно изменяется».

Отзыв из **ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет»**, г. Курган, подписанный к.т.н., доцентом кафедры «Автоматизация производственных процессов» Кудряшовым Б.П. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. «Из автореферата не ясно, чем обусловлен именно такой выбор схемы испытаний СОЖ на машине трения»; 2. «Каким образом в работе было установлено, что поправочный коэффициент X зависит от кинематической вязкости СОЖ, а не от других физических свойств?».

Отзыв из ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана», г. Москва, подписанный к.т.н., доцентом кафедры «Технологии обработки материалов» Есовым Валерием Балахметовичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. «В автореферате не указано, какие заготовки считаются нежесткими»; 2. «Вывод 6 изложен некорректно».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты являются ведущими специалистами в области технологии машиностроения, обработки материалов, имеют научные публикации по данному направлению в ведущих рецензируемых научных изданиях, обладают достаточной квалификацией, позволяющей оценить научную новизну представленных на защиту результатов, их практическую ценность, обоснованность и достоверность полученных выводов. В качестве ведущей организации выбран ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», т.к. в данном университете выполнен большой объем научных исследований, которые связаны с изучением вопросов, рассматриваемых соискателем в его диссертационной работе.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны методика выбора СОЖ для токарной обработки нежестких заготовок на основе количественной оценки силы резания в зависимости от смазочного и охлаждающего действий СОЖ и установка для оценки охлаждающего действия жидкой среды при высоких температурах, возникающих в зоне резания;

получена математическая зависимость коэффициента трения для пар материалов «режущий инструмент-заготовка» в среде СОЖ от физических свойств СОЖ и коэффициента сухого трения в условиях, моделирующих зону резания при токарной обработке нежестких заготовок;

предложен и запатентован способ оценки технологической эффективности СОЖ при токарной обработке нежестких заготовок по критерию, равному

отношению равнодействующей силы резания, возникающей при обработке с применением СОЖ, к равнодействующей силе резания, возникающей при обработке без применения СОЖ, учитывающий смазочное и охлаждающее действия СОЖ;

доказана целесообразность применения в производственной практике установленных зависимостей и разработанных рекомендаций по выбору состава СОЖ с целью повышения эффективности токарной обработки нежестких заготовок.

новые понятия **не вводились**.

Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что:

доказана возможность снижения деформации обрабатываемой нежесткой заготовки при токарной обработке за счет уменьшения силы резания при подаче в зону обработки эффективной СОЖ;

использованы существующие базовые методы исследований, в том числе моделирование и расчеты с помощью метода конечных элементов – для расчета величин деформации заготовок из испытанных сплавов под действием сил резания (с применением СОЖ и без них), а также натурный эксперимент – для измерения составляющих сил резания при токарной обработке нежестких заготовок (с применением СОЖ и без них);

изложен и обоснован выбор объекта исследований исходя из того, что снижение деформации нежестких заготовок при токарной обработке является одной из важнейших проблем машиностроения;

раскрыто влияние смазочного и охлаждающего действий СОЖ на величину силы резания при токарной обработке нежестких заготовок из представителей основных групп обрабатываемых материалов;

изучены и проанализированы известные результаты исследований ученых зарубежных и отечественных научных школ, занимающихся повышением качества токарной обработки, и, в частности, точности размеров изготавливаемых деталей с применением СОЖ;

проведена модернизация установки для оценки охлаждающих свойств СОЖ путем ее перемешивания с целью имитации ее течения при токарной обработке, что снижает погрешности, возникающие при экспериментальных исследованиях.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны параметры оценки эффективности СОЖ при токарной обработке нежестких заготовок, основанные на определении величины равнодействующей силы резания, и параметры оценки эффективности СОЖ по смазочному и охлаждающему действиям, позволяющие снизить силу резания и деформацию заготовки;

определены рациональные режимы токарной обработки нежестких заготовок, при которых обеспечивается наибольшая эффективность СОЖ по их влиянию на величину силы резания с учетом температуры в зоне обработки;

представлены технологические рекомендации по применению СОЖ при токарной обработке нежестких заготовок, позволяющие выбирать эффективный состав СОЖ, обеспечивающий уменьшение возникающей силы резания и деформации;

разработаны методика и программа выбора состава СОЖ для токарной обработки нежестких заготовок по степени снижения силы резания без проведения станочных испытаний, а также прогнозировать влияние СОЖ на силу резания при известных физических свойствах этих СОЖ и их эффективности по смазочному и охлаждающему действиям.

Результаты, представленные в диссертационной работе Киселя А.Г., могут быть использованы ведущими предприятиями авиационной промышленности (ПО «Полет», ПАО «Корпорация «Иркут», АО «ЭМЗ имени В.М. Мясищева», АО «Высокие технологии» и др.) для повышения эффективности токарной обработки нежестких заготовок за счет снижения возникающих упругих деформаций путем рационального выбора СОЖ.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ использовано станочное оборудование повышенной точности, современные измерительные средства, в том числе запатентованное в качестве полезной модели, использовано современное программное обеспечение, показана воспроизводимость результатов исследований, относительная погрешность которых по сравнению с результатами расчетов не превышала 10 %;

теоретические исследования построены на современных положениях теории резания, теплофизики процесса резания, теории трения и износа, технологии машиностроения и согласуются с опубликованными в научных изданиях данными;

идея диссертационного исследования опирается на представленные в печати результаты испытаний СОЖ при токарной обработке заготовок из различных сталей и сплавов, а также на передовой опыт производственных предприятий, занимающихся изготовлением деталей, отвечающих высоким требованиям по точности размеров;

использовано сравнение результатов экспериментальных исследований, полученных соискателем, с данными, опубликованными ранее другими авторами по тематике диссертационной работы;

установлено соответствие результатов, полученных автором, и результатов, представленных в научных работах других ученых по теме диссертационной работы в независимых источниках периодической печати;

Личный вклад соискателя состоит в: формулировке цели и задач исследований, проведении и обработке результатов экспериментов, математического моделирования, проектировании и создании лабораторных и опытно-производственных установок.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием плана исследований, основной идейной линии и соответствием поставленных задач и сформулированных выводов.

51