

**Ульяновский государственный технический университет**

*Стенографический отчет*

**ЗАСЕДАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 99.2.001.02  
от 01.03.22**

**Повестка дня**

**ЗАЩИТА ДИССЕРТАЦИИ Аль-Кадхими Мохаммедом Файядх  
Джассамом  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ  
НАУК**

**«ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СПИРАЛЬНЫХ СВЕРЛ  
ПУТЕМ РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ  
ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ»**

Специальность:

**2.5.5. - Технология и оборудование механической и физико-технической обработки**

**Официальные оппоненты:**

**Макаров Владимир Федорович** – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Инновационные технологии машиностроения» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»;  
**Мигранов Марс Шарифуллович** – д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры «Высокоэффективные технологии обработки» ФГБОУ ВО «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»;  
Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева», г. Рыбинск.

Ульяновск–2022

**ЗАСЕДАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 99.2.001.02****01 марта 2022 г.**

На заседании присутствовали 17 членов Совета, из них 10 очно, 7 дистанционно, в том числе 10 докторов наук по специальности 2.5.5

| №  | Ф.И.О.           | Ученая степень, ученое звание | Научная специальность     | Форма участия |
|----|------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------|
| 1. | Табачков В.П.    | д-р техн. наук, профессор     | 2.5.5 – технические науки | Очная         |
| 2  | Веткасов Н.И.    | д-р техн. наук, профессор     | 2.5.5 – технические науки | Очная         |
| 3  | Денисенко А.Ф.   | д-р техн. наук, профессор     | 2.5.5 – технические науки | Очная         |
| 4  | Епифанов В.В.    | д-р техн. наук, доцент        | 2.5.5 – технические науки | Очная         |
| 5  | Киселев Е.С.     | д-р техн. наук, профессор     | 2.5.6 – технические науки | Очная         |
| 6  | Клячкин В.Н.     | д-р техн. наук, профессор     | 2.5.5 – технические науки | Очная         |
| 7  | Ковальногов В.Н. | д-р техн. наук, доцент        | 2.5.5 – технические науки | Очная         |
| 8  | Полянский Ю.В.   | д-р техн. наук, профессор     | 2.5.6 – технические науки | Очная         |
| 9  | Унянин А.Н.      | д-р техн. наук, доцент        | 2.5.5 – технические науки | Очная         |
| 10 | Янюшкин А.С.     | д-р техн. наук, профессор     | 2.5.5 – технические науки | Очная         |
| 11 | Бобровский Н.М.  | д-р техн. наук, профессор     | 2.5.6 – технические науки | Дистанционная |
| 12 | Драчев О.И.      | д-р техн. наук, профессор     | 2.5.5 – технические науки | Дистанционная |
| 13 | Захаров О.В.     | д-р техн. наук, доцент        | 2.5.5 – технические науки | Дистанционная |
| 14 | Лобанов Д.В.     | д-р техн. наук, доцент        | 2.5.6 – технические науки | Дистанционная |



**Мигранов Марс Шарифуллович**, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Высокоэффективные технологии обработки» ФГБОУ ВО «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»».

Письменные согласия на оппонирование данной работы от них были своевременно получены.

Официальные оппоненты Макаров Владимир Федорович и Мигранов Марс Шарифуллович присутствуют на заседании дистанционно. Заявление на участие в дистанционном формате от них были своевременно получены.

**Ведущая организация** – ФГАОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет».

Слово предоставляется ученому секретарю – доктору технических наук Веткасову Н.И. для оглашения документов из личного дела соискателя.

**Учёный секретарь – д-р техн. наук, доцент Веткасов Н.И.**

Уважаемые коллеги! В деле соискателя Аль-Кадхими Мохамеда Файях Джассам имеются заявления о приеме к защите и размещении на сайте УлГТУ диссертации, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук. Соискатель 1983 года рождения, в 2013 году окончил магистратуру международного факультета Восточнoукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Луганск) по направлению «Металлорежущее оборудование и системы». В 2020 году окончил аспирантуру по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки при ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет».

В деле имеется заключение ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», принятое на расширенном заседании кафедры «Инновационные технологии в машиностроении», в котором отмечается личное участие автора, степень обоснованности научных положений, степень научной ценности и, как итог, дается рекомендация о том, что данная работа может быть представлена к защите по специальности 2.5.5. - Технология и оборудование механической и физико-технической обработки. Имеется нотариально заверенная копия диплома об окончании Восточнoукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Луганск)». Имеется удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов со следующими оценками: английский язык – «хорошо», история и философия науки – «удовлетворительно» и специальная дисциплина – «удовлетворительно». Соискатель имеет 7 опубликованных работы по теме диссертации, в том числе 2 статьи в изданиях из перечня ВАК, 1 статья в изданиях из базы цитирования Scopus. Имеется заявление, которое было представлено при подаче документов в диссертационный совет, протокол заседания о приеме диссертации к предварительному рассмотрению, заключение экспертной комиссии в составе: Унянина А.Н., Епифанова В.В. и Ковальногова

В.Н. о возможности защиты диссертации в нашем диссертационном совете в соответствии с требованиями ВАК по изложению материалов в автореферате в соответствии с данной специальностью. Имеются отзыв научного руководителя; протокол заседания диссертационного совета о приеме диссертации к защите. Имеется список рассылки автореферата, включающий в себя 63 адреса, по которым были направлены авторефераты. Содержатся также сведения о ведущей организации, отзывы ведущей организации и официальных оппонентов. Кроме того, представлены отзывы, пришедшие на автореферат. Все необходимые документы были опубликованы на сайте университета и в Интернете, соответствуют требованиям процедуры заседания и рассмотрения диссертации.

**Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.**

Есть ли вопросы по личному делу соискателя к ученому секретарю совета? Нет. Есть ли вопросы к соискателю по личному делу? Нет.

Мохаммед, Вам предоставляется слово для доклада основных положений Вашей диссертации.

**Соискатель Аль-Кадхими М.Ф.Д.**

Здравствуйте, меня зовут Аль-Кадхими Мохаммед Файдх Джассам.

Уважаемые члены диссертационного совета Вашему вниманию представляется доклад по диссертационному исследованию на тему «Повышение работоспособности спиральных сверл путем разработки и применения многослойных износостойких покрытий».

Основные сведения по диссертационному исследованию представлены на слайде 2.

Объект исследований - процесс сверления спиральными сверлами с износостойкими покрытиями.

Предмет исследований - закономерности взаимосвязи состава и конструкции износостойких покрытий с функциональными параметрами процесса сверления и работоспособностью спиральных сверл.

На слайде представлена научная новизна, практическая полезность.

По материалам диссертации опубликовано 7 научных работ, в том числе 2 статьи в изданиях из перечня ВАК РФ и 1 статья в издании из базы цитирования Scopus.

Основные направления повышения работоспособности спиральных сверл представлены на слайде 3. Результаты исследований показывают, что из всех перечисленных на данном слайде методов наиболее эффективным является нанесение износостойких покрытий.

Анализ научно-технической литературы показывает, что большинство работ посвящено исследованиям по применению износостойких покрытий на операциях токарной обработки и фрезерования.

На слайде 4 представлены данные работ профессоров Верещаки А.С., Григорьева С.Н., Табакова В.П., которые показывают, что применение однослойных и многослойных покрытий повышает работоспособность режущего инструмента на операциях точения и фрезерования в 3-5 раз.

В тоже время, применение износостойких покрытий при сверлении рассмотрено в технической литературе применительно к однослойным износостойким покрытиям, данные по использованию многослойных покрытий в литературе практически отсутствуют. Отсутствуют сведения о принципах формирования многослойных покрытий для спиральных сверл, выбора состава функциональных слоев таких покрытий. Не изучен механизм влияния многослойных покрытий на процесс изнашивания спиральных сверл, отсутствуют данные по оценке влияния покрытий на контактные процессы и тепловое состояние инструмента, необходимые для выбора конструкции покрытия и состава его функциональных слоев.

Выводы на основе анализа исследований по вопросу повышения работоспособности сверл представлены на слайде 5.

В связи с вышесказанным, целью диссертационного исследования является повышение работоспособности спиральных сверл путем разработки и применения многослойных покрытий.

Для решения поставленной цели необходимо решить задачи, приведенные на слайде 6.

На слайде 7 представлена аппаратура и приборы, которые использовались при проведении диссертационного исследования: Булат-6Т, ДРОН-3М, MITUTOYO HM 122, измерительный комплекс для исследования сил резания, инструментальный микроскоп.

На слайде 8 показаны сверла и твердосплавные пластины для проведения исследований.

На первом этапе были выбраны составы покрытий, которые были использованы в качестве функциональных слоев многослойных покрытий. Это покрытия TiN, TiAlN и TiAlCrN, представленные на слайде 9. На данном слайде представлены компоновочные схемы установки для нанесения покрытий, применяемые катоды для нанесения покрытий и химический состав покрытий.

На слайде 10 представлены результаты исследований фазового состава, структурных параметров и механических свойств покрытий. Установлено, что все покрытия являются однофазными. Наибольшие сжимающие остаточные напряжения и механические свойства имеют трехэлементные покрытия TiAlCrN. Наибольшую прочность адгезии с инструментальной основой имеет покрытие TiAlN, имеющее наименьший коэффициент отслоения.

На втором этапе исследовали влияние покрытий на крутящий момент и

осевую силу. На слайде 11 представлена конструкция заготовки, позволяющая определить крутящий момент и осевую силу на различных кромках спирального сверла, а на слайде 12 – результаты исследований. Установлено, что нанесение покрытий уменьшает осевую силу и крутящий момент. Наибольшее снижение данных параметров имеет место на вспомогательных режущих кромках, где наихудшие условия трения. Наименьшее снижение происходит на поперечной кромке сверла.

Для определения конструкции многослойного покрытия исследовали тепловое состояние различных элементов спирального сверла с использованием пакета ANSYS.

Используя полученные данные по крутящему моменту, был проведен расчет интенсивностей тепловыделения на главных, вспомогательных режущих кромках и поперечной кромке сверла без покрытия и с различными покрытиями. Установлено, что наибольшая интенсивность тепловыделения имеет место для сверла без покрытия. Нанесение покрытий снижает интенсивность тепловыделения. Максимальное снижение обеспечивает нанесение покрытий TiN и TiAlN. Несколько меньшее снижение обеспечивает покрытие TiAlCrN.

На слайде 14 представлена трехмерная модель спирального сверла. Интенсивности тепловыделения накладывали на три контактные площадки спирального сверла – вдоль главных режущих кромок, вдоль вспомогательных режущих кромок и вдоль поперечной кромки.

На слайде 15 представлены результаты численного моделирования теплового состояния сверла. Нанесение покрытий снижает температуру на главных режущих кромках вблизи ленточек. Наибольшее снижение температуры наблюдается при нанесении покрытий TiN, наименьшее для покрытия TiAlN и TiAlCrN.

На слайде 16 показано влияние покрытий на распределение температуры в режущем клине сверла. Установлено, что нанесение покрытий TiAlN и TiAlCrN по отношению к покрытию TiN смещает изотермы температурных полей в сторону от режущей кромки и задней поверхности. Наблюдаемое смещение связано с увеличением длины контакта  $C\gamma$  характерное для данных покрытий, по сравнению с TiN.

Наилучшее тепловое состояние сверла обеспечивают трехэлементные покрытия TiAlCrN. Несмотря на некоторое повышение контактной температуры на передней поверхности по сравнению с покрытиями TiN и TiAlN, покрытие TiAlCrN в большей степени смещает изотермы температур от главных режущих кромок и ленточек, что ведет к снижению теплонапряженности на данных участках спирального сверла и должно положительно отразиться на его работоспособности.

На слайде 17 представлен принцип построения многослойных покрытий для спиральных сверл. За основу был взят принцип построения многослойных покрытий для условий непрерывного резания, предложенный в работах проф. Табакова В.П., согласно которому минимальное количество слоев в многослойном покрытии равно двум. Верхний слой имеет высокие механические свойства и обеспечивает благоприятное тепловое состояние, нижний слой обеспечивает прочность адгезионной связи с инструментальной основой.

Наши исследования показали, что наибольшую прочность адгезии обеспечивает покрытие TiAlN, наибольшие механические свойства и благоприятное тепловое состояние обеспечивает трехэлементное покрытие TiAlCrN. Исходя из этого, в качестве нижнего слоя двухслойного покрытия было взято покрытие TiAlN, в качестве верхнего – TiAlCrN (или его аналог TiAlZrN). Данные покрытия представлены на слайде.

На слайде 18 представлены компоновочные схемы установки для нанесения многослойных покрытий и химический состав слоев многослойного покрытия.

На 19 слайде представлены результаты исследований фазового состава и структурных параметров двухслойных покрытий. Установлено, что фазовый состав двухслойных покрытий не отличается от фазового состава однослойных покрытий. Данные двухслойные покрытия, как и однослойные покрытия являются однофазными. Параметры структуры многослойного покрытия практически не отличаются от однослойных покрытий.

На 20 слайде представлены результаты исследований механических свойств двухслойных покрытий. Установлено, что двухслойные покрытия по сравнению с однослойными покрытиями имеют более высокую микротвердость  $H_m$ , модуль упругости  $E$ , трещиностойкость (характеризуется коэффициентом интенсивности напряжений  $K_{1C}$ ) и прочность адгезии (определяется коэффициентом  $K_0$ ).

Для определения рациональной конструкции двухслойного покрытия проводили исследования интенсивности износа спиральных сверл. Результаты исследований представлены на слайде 21. Установлено, что минимальная интенсивность изнашивания твердосплавных сверл обеспечивается при толщине верхнего функционального слоя, равной 60-70 % от общей толщины двухслойного покрытия.

На слайде 22 представлены результаты исследований крутящего момента и осевой силы для сверл с двухслойными покрытиями. Установлено, что закономерности влияния двухслойных покрытий на осевую силу и крутящий момент, аналогичны тем, что имели место для однослойных покрытий TiAlCrN.

На слайде 23 представлены результаты исследования периода стойкости спиральных сверл. Установлено, что применение двухслойных покрытий повышает период стойкости сверл в 2,5-3,1 раза по отношению к сверлам без



покрытия и в 1,7-1,8 раза – по отношению к сверлам с покрытием TiN в зависимости от конструкции многослойного покрытия и режима обработки.

На 24 слайде представлены результаты опытно-промышленных испытаний спиральных сверл с разработанными покрытиями. Данные испытания подтвердили высокую эффективность разработанных двухслойных покрытий. Коэффициент повышения периода стойкости спиральных сверл с многослойными покрытиями составил 1,25 по сравнению со сверлами с однослойными покрытиями TiAlCrN и 2,36 по сравнению со сверлами без покрытия.

На 25 слайде представлены основные выводы по диссертационной работе. Разрешите их мне не зачитывать.

Спасибо за внимание. Готов ответить на вопросы.

**Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.**

У кого есть вопросы к соискателю?

Пожалуйста, д-р техн. наук, доцент Ковальногов Владислав Николаевич.

Д-р техн. наук, доцент Ковальногов В.Н.

Скажите, пожалуйста, каким методом Вы получали покрытия и почему именно он был выбран?

Соискатель Аль-Кадхими М.Ф.Д.

Мы наносили покрытия на установке Булат-6Т методом вакуумно-дугового нанесения. Данный метод, в отличие от метода химического осаждения, позволяет наносить многоэлементные покрытия. Метод универсален, им можно наносить покрытия на различные материалы, в том числе и на быстрорежущие стали.

Д-р техн. наук, доцент Ковальногов В.Н.

Вы исследовали несколько составов износостойких покрытий. Исходя из каких соображений были выбраны эти составы.

Соискатель Аль-Кадхими М.Ф.Д.

Каждый слой многослойного покрытия имеет свое назначение и должен иметь определенные механические свойства. Исходя из этого, мы взяли одноэлементное покрытие TiN, двухэлементное – TiZrN и трехэлементное – TiZrCrN, которые обладают различными механическими свойствами.

**Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.**

Так, еще вопросы пожалуйста. Д-р техн. наук, профессор Денисенко Александр Федорович.

Д-р техн. наук, профессор Денисенко А.Ф.

Какие механические свойства покрытий Вы изучали?

Соискатель Аль-Кадхими М.Ф.Д.

Мы исследовали микротвердость, модуль упругости, трещиностойкость,

прочность адгезии. Использовали микротвердомер MITUTOYO HM 122 для измерения микротвердости и модуля упругости, твердомер ТК-2 для определения трещиностойкости и прочности адгезии.

Д-р техн. наук, профессор Денисенко А.Ф.

Каким образом измеряли толщину покрытия и особенно у двухслойных?

Соискатель Аль-Кадхими М.Ф.Д.

Толщину однослойных покрытий определяли по времени их осаждения, зная, скорость осаждения материала катода. Толщину слоев многослойного покрытия определяли аналогично.

Д-р техн. наук, профессор Денисенко А.Ф.

То есть по скорости и по времени?

Соискатель Аль-Кадхими М.Ф.Д.

Да.

Д-р техн. наук, профессор Денисенко А.Ф.

На 19 слайде показана дифрактограмма. Какую информацию Вы получили из неё?

Соискатель Аль-Кадхими М.Ф.Д.

Дифрактограмма для однослойного покрытия TiAlCrN показывает, что оно имеет одну фазу, есть одна фаза нитрида титана TiN. Дифрактограммы для двухслойных покрытий показывают, что они однофазные, как и однослойные, есть также одна фаза нитрида титана TiN.

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.

Покажите, пожалуйста, на слайдах.

Соискатель Аль-Кадхими М.Ф.Д.

Показал на слайдах.

**Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.**

Пожалуйста, задавайте ещё вопросы. **Д-р техн. наук, профессор Янюшкин Александр Сергеевич.**

Д-р техн. наук, профессор Янюшкин А.С.

Поясните геометрические параметры сверла?

Соискатель Аль-Кадхими М.Ф.Д.

Мы использовали сверла из каталога фирмы DORMER (Германия). Геометрию брали из каталога фирмы. Это углы: двойной угол в плане равен 120 градусов, угол наклона винтовой линии равен 30 градусов.

Д-р техн. наук, профессор Янюшкин А.С.

У Вас на слайде написано, что многослойные покрытия позволяют снизить себестоимость сверления, поясните за счет чего? И сколько составляет это снижение?

Соискатель Аль-Кадхими М.Ф.Д.

За счет того, что применение многослойных покрытий повышает период стойкости сверл в 2,5-3,1 раза по отношению к сверлам без покрытия и в 1,57-1,87 раза – по отношению к сверлам с покрытием TiN в зависимости от конструкции многослойного покрытия и режима обработки.

Д-р техн. наук, профессор Янюшкин А.С.

Скажите, а Ваши рекомендации по покрытиям можно использовать для других видов инструментов, кроме сверл?

Соискатель Аль-Кадхими М.Ф.Д.

Можно применить для фрезерования и для точения.

**Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.**

Пожалуйста, задавайте ещё вопросы. **Д-р техн. наук, профессор Худобин Леонид Викторович.**

Д-р техн. наук, профессор Худобин Л.В.

Скажите, пожалуйста, какая научная идея или гипотеза заложена в Вашу диссертацию, поскольку меня интересует, насколько Ваша диссертация отличается от многих других диссертаций, защищенных в научной школе Владимира Петровича?

Соискатель Аль-Кадхими М.Ф.Д.

Гипотеза: нанесение покрытий, уменьшает трение на контактных площадках режущего инструмента. Можно предположить, что это уменьшит тепловую и силовую нагрузки на режущих элементах сверла, которое работает в сложных условиях.

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.

То, что износостойкое покрытие уменьшает трение это общеизвестный факт. Поясните, чем все-таки, отличается Ваша работа от работ предшественников, которые выполняли диссертационные исследования под руководством Владимира Петровича? Например, по точению.

Соискатель Аль-Кадхими М.Ф.Д.

Отличия: стесненные условия резания, разная скорость резания, переменная ширина стружки.

Д-р техн. наук, профессор Худобин Л.В.

Скажите, пожалуйста, как Вы собираетесь внедрять в практику машиностроения и других отраслей народного хозяйства Ваши разработки, в том числе и на родине в республике Ирак?

Соискатель Аль-Кадхими М.Ф.Д.

У меня в планах проложить работу над покрытиями. Постараюсь найти фирму или университет, которым понравятся мои разработки. Также установить контакт с этими организациями и Ульяновским государственным техническим университетом.

**Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.**

Пожалуйста, задавайте ещё вопросы. **Д-р техн. наук, доцент Веткасов Николай Иванович.**

Д-р техн. наук, доцент Веткасов Н.И.

Объясните механизм влияния износостойких покрытий на осевую силу и крутящий момент?

Соискатель Аль-Кадхими М.Ф.Д.

Нанесение покрытий уменьшает трение на контактных поверхностях сверла, в результате уменьшаются силы резания и соответственно уменьшаются осевая сила и крутящий момент.

Д-р техн. наук, доцент Веткасов Н.И.

Почему Вы выбрали именно два слоя в Вашем многослойном износостойком покрытии, а не три, четыре или более?

Соискатель Аль-Кадхими М.Ф.Д.

Как показано в работах профессора Табакова В.П. и его учеников для обеспечения достаточной трещиностойкости многослойного покрытия, для непрерывного резания, к которому относится и сверление, покрытие должно иметь минимум два слоя. Исходя из этого, мы взяли двухслойное покрытие, нижний слой отвечает за прочность адгезии с инструментальной основой инструмента, верхний слой имеет высокие физико-механические свойства и обеспечивает благоприятное тепловое состояние сверл.

**Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.**

Пожалуйста, далее. **Д-р техн. наук, профессор Клячкин Владимир Николаевич.**

Д-р техн. наук, профессор Клячкин В.Н.

На 23 слайде у Вас показаны математические модели для периода стойкости. Как вы их получили, какие испытания проводили?

Соискатель Аль-Кадхими М.Ф.Д.

При исследовании периода стойкости режущего инструмента с покрытием мы использовали методику планирования полнофакторного эксперимента  $2^2$ . Коэффициенты полученных зависимостей, оценивали по критерию Стюдента. Адекватность моделей проверяли по критерию Фишера.

**Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.**

Так, есть еще вопросы. **Д-р техн. наук, доцент Унянин Александр Николаевич.**

Д-р техн. наук, доцент Унянин А.Н.

Объясните, пожалуйста, почему двухслойное покрытие обеспечивает больший период стойкости, чем однослойное.

Соискатель Аль-Кадхими М.Ф.Д.

Извините, я не понял вопрос.

Д-р техн. наук, доцент Унянин А.Н.

На 14, 15 и 16 слайдах представлены результаты моделирования. А какой пакет программ Вы использовали?

Соискатель Аль-Кадхими М.Ф.Д.

Использовали пакет программ ANSYS.

**Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.**

Уважаемы коллеги, участвующие дистанционно, кто хочет задать вопрос.

**Д-р техн. наук, доцент Лобанов Дмитрий Владимирович.**

Д-р техн. наук, доцент Лобанов Д.В.

На слайде 8, поясните, пожалуйста, почему исследования проводили на плоских пластинах?

Соискатель Аль-Кадхими М.Ф.Д.

Плоские твёрдосплавные пластины использовали при исследовании структурных параметров покрытий и механических свойств покрытий, так как на них удобнее проводить измерения. Пластины были из однокарбидного твердого сплава ВК6, как у материала сверл.

Д-р техн. наук, доцент Лобанов Д.В.

Поясните по тепловой модели на слайде 14, на основании чего Вы выбирали участки, на которые накладывали источники теплообразования?

Соискатель Аль-Кадхими М.Ф.Д.

Источники теплообразования накладывали на три контактные площадки спирального сверла: вдоль главных режущих кромок, вдоль вспомогательных режущих кромок и вдоль поперечной режущей кромки.

**Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.**

Коллеги, есть ещё вопросы? Нет? Тогда, у меня пара вопросов.

Председатель заседания – Д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.

На 4 слайде Вы показали основные пути и направления повышения работоспособности спиральных сверл, а почему нет направления повышения работоспособности спиральных сверл за счет применения СОЖ? Тем более, что на большинстве современных многооперационных станков используются сверла с внутренним подводом СОЖ.

Соискатель Аль-Кадхими М.Ф.Д.

В своих исследованиях мы не использовали СОЖ.

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.

Будут ли справедливы ваши выводы при обработке с СОЖ? Ведь на производстве повсеместно используют СОЖ.

Соискатель Аль-Кадхими М.Ф.Д.

Мы не использовали СОЖ, в том числе при исследованиях на заводе.

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.

Для оценки остаточных напряжений Вы использовали ДРОН-3. Покажите результаты исследований остаточных напряжений на слайдах.

Соискатель Аль-Кадхими М.Ф.Д.

Остаточные напряжения показаны на слайде 10.

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.

Ещё вопросы, пожалуйста. Нет вопросов? У присутствующих дистанционно есть вопросы? Нет вопросов. Тогда предлагаю заканчивать данную процедуру, если нет вопросов.

Мохаммед, садитесь. Технический перерыв будем делать? Не будем.

Продолжаем работу, слово предоставляется руководителю работы д-ру техн. наук, профессору Табакову Владимиру Петровичу.

Д-р техн. наук, профессор Табаков В.П.

Уважаемые коллеги! Мохаммед Аль-Кадхими М.Ф.Д. закончил научно-технический колледж Технологического университета в Багдаде, получил квалификацию бакалавр машиностроения. Затем закончил магистратуру в национальном университете в г. Луганске по специальности «Металлорежущее оборудование и системы». Приехал в Ульяновск в 2020 году и поступил в аспирантуру на нашу кафедру. При поступлении в аспирантуру выяснилось плохое знание им русского языка. Понятно, что учиться в аспирантуре будет сложно. Поэтому пришлось обучаться на курсах русского языка. То, что слышали члены совета сегодня, на порядок лучше, чем было при поступлении в аспирантуру. Хотя и сегодня уровень знания русского языка и, особенно, технического не на должном уровне. Вторая проблема, с которой столкнулся соискатель, это тематика его диссертации. Она для него была совершенно новой. Он, обучаясь у себя на родине, и в магистратуре на Украине не изучал фундаментальные дисциплины, связанные с обработкой материалов резанием, ни тем более все, что связано с износостойкими покрытиями. Поэтому ему пришлось самостоятельно «влезать» в эту проблему – изучать физические основы процесса резания, режущий инструмент, посещать лекции по теории резания, по износостойким покрытиям, самостоятельно изучать всю литературу по резанию и по покрытиям с консультациями наших преподавателей, аспирантов. Все это очень сильно усложняло его обучение в аспирантуре. По этой причине и обучение в аспирантуре затянулось на один год. Тем не менее, в течение срока обучения он смог подготовить выпускную работу в аспирантуре и получил диплом об окончании аспирантуры. Затем, в течение года, проявил большую настойчивость, довел свою работу до того состояния, которое члены ДС сегодня видели.

За время подготовки в аспирантуре он проявил себя настойчивым исследователем, показал себя, что способен решать поставленные научно-

исследовательские задачи. Успешно сдал кандидатские экзамены и подготовил к защите кандидатскую диссертацию. По результатам исследований опубликовал 7 работ, 2 из которых в изданиях ВАК и 1 в издании из базы цитирования Scopus.

Считаю, что Аль-Кадхими М.Ф.Д. заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

**Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.**

Слово предоставляется **учёному секретарю – д-ру техн. наук, доценту Веткасову Николаю Ивановичу** для оглашения заключения организации, где выполнялась работа и отзыва ведущей организации.

**Ученый секретарь, д-р техн. наук, доцент Веткасов Н.И.**

В диссертационный совет поступило заключение Ульяновского государственного технического университета, подготовленное кафедрой «Инновационные технологии в машиностроении», утвержденное проректором по научной работе профессором Наместниковым А.М. В заключении содержится следующая информация.

Диссертация Аль-Кадхими Мохаммед Файядх Джассам «Повышение работоспособности спиральных сверл путем разработки и применения многослойных износостойких покрытий», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук выполнена на кафедре «Инновационные технологии в машиностроении» УлГТУ.

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2020 г. Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Ульяновский государственный технический университет».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Табаков Владимир Петрович заведующий кафедрой «Инновационные технологии в машиностроении» УлГТУ.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Актуальность работы. Сверление отверстий является одной из самых распространённых операций механической обработки в современном производстве. Процесс сверления протекает в сложных условиях, связанных с затрудненным теплоотводом и отводом стружки из зоны обработки. Одновременная работа большого числа режущих кромок и наличие поперечной кромки, которая сминает металл, усложняет процесс стружкообразования при сверлении и вызывают интенсивный износ инструмента. Повышение эффективности процесса сверления можно добиться путем нанесения на контактные площадки сверл износостойких покрытий, которые находят очень широкое применение.

Несмотря на определенные успехи, достигнутые в области разработки и

применения износостойких покрытий для режущего инструмента, остаются нерешенными вопросы, связанные с влиянием покрытий на функциональные параметры процесса резания при сверлении, не раскрыто влияние износостойких покрытий на тепловое состояние спиральных сверл с покрытием. Не раскрыто влияние износостойких покрытий на контактные процессы при сверлении и интенсивность изнашивания спиральных сверл. Отсутствуют данные по влиянию многослойных покрытий на процесс резания спиральными сверлами по формированию таких покрытий для процесса сверления.

Учитывая, что на данный момент отсутствуют методика оценки теплового состояния спиральных сверл с износостойкими покрытиями, учитывающая особенности процесса сверления, рекомендации по формированию архитектуры многослойных покрытий – по толщинам слоев и их взаимному расположению, общей толщине, можно утверждать, что настоящее диссертационное исследование, посвященное повышению работоспособности спиральных сверл путем разработки и применения многослойных покрытий является актуальным.

Степень достоверности полученных результатов обеспечивается применением современных методов исследований, базирующихся на основных положениях технологии машиностроения, теории резания, материаловедения, математического моделирования и подтверждается корректным соотношением результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Научная новизна полученных в диссертации результатов теоретических и экспериментальных исследований определяется рядом новых научных положений и выводов, важнейшие из которых получены лично соискателем:

1. Методика расчета тепловых полей в режущих клиньях спирального сверла, учитывающая доли деформационно-силовой нагрузки, приходящиеся на главные и вспомогательные режущие и поперечную кромки.

2. Результаты численного моделирования теплового состояния спирального сверла, позволившие выявить влияние износостойкого покрытия на процесс теплообразования на режущих и поперечной кромках.

3. Закономерности влияния конструкции многослойного покрытия на параметры структуры, механические свойства и интенсивность изнашивания спиральных сверл.

4. Математические модели периода стойкости спиральных сверл с разработанными многослойными покрытиями.

Практическими результатами диссертационной работы являются:

1. Рекомендации по формированию архитектуры многослойных покрытий для спиральных сверл, соотношению толщин слоев и общей толщины покрытия, обеспечивающие высокую работоспособность инструмента.

2. Технологические параметры процесса нанесения многослойных



покрытий: компоновочные схемы, время осаждения слоёв, опорное напряжение, ток дуги, ток фокусирующих катушек.

Опытно-промышленные испытания, выполненные в производственных условиях АО «Ульяновский механический завод» (г. Ульяновск), подтвердили высокую работоспособность спиральных сверл с разработанными многослойными покрытиями. Результаты исследований включены в учебный процесс подготовки магистров по направлению 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

Основные результаты работы доложены на 3 научно-технических конференциях, на научно-техническом семинаре кафедры «Инновационные технологии в машиностроении» (УлГТУ, г. Ульяновск).

По материалам диссертации опубликовано 7 научных работ, в том числе 2 статьи в изданиях из перечня ВАК РФ и 1 статья в издании из базы цитирования Scopus.

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Диссертация Аль-Кадхими М. Ф. Д. написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, является целостной и завершенной научно-квалификационной работой, посвященной решению актуальных научно-технических задач, и соответствует требованиям Положения о присуждении учёных степеней.

Представленные в работе задачи раскрыты достаточно полно и последовательно, выводы и рекомендации обоснованы. Новые научные результаты имеют существенное значение для науки и практики.

Работа Аль-Кадхими М. Ф. Д. соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Диссертация «Повышение работоспособности спиральных сверл путем разработки и применения многослойных износостойких покрытий» Аль-Кадхими М. Ф. Д. рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Заключение принято на заседании кафедры «Инновационные технологии в машиностроении» УлГТУ.

Присутствовало на заседании 13 сотрудников УлГТУ, в том числе 4 доктора технических наук. Результаты голосования: «за» – 13 чел., «против» – нет, «воздержалось» – нет. Протокол заседания № 12 от «9» декабря 2021 г.

В диссертационный совет поступил отзыв ведущей организации «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А.

Соловьева». Отзыв подготовлен д-ром техн. наук, профессором Волковым Дмитрием Ивановичем обсужден и одобрен на заседании кафедры «Мехатронные системы и процессы формообразования имени С.С. Силина», протокол №6-22 от 25 января 2022 года и утверждён проректором по науке и цифровой трансформации канд. техн. наук, доцентом Сутягиным А.Н.

На отзыв представлены: диссертация – 1 экз., автореферат – 1 экз.

Актуальность темы диссертации.

В современном машиностроении сверление отверстий является одной из самых распространённых операций механической обработки. Процесс сверления протекает в сложных условиях, связанных с затрудненным отводом тепла и удалением стружки из зоны обработки. Режущие кромки спирального сверла имеют сложную геометрическую форму и работают в существенно различающихся условиях. В диссертации предлагается для повышения эффективности процесса сверления использовать нанесение многослойных износостойких покрытий на контактные поверхности сверл.

Исследование влияния инструментальных покрытий на функциональные процессы резания при сверлении и тепловое состояние режущих кромок, а также и интенсивность их изнашивания, позволяет определить направления повышения работоспособности спиральных сверл. В этом плане автором предлагается использовать преимущества многослойных износостойких покрытий на основе методики оценки теплового состояния спиральных сверл с инструментальными покрытиями, учитывающей особенности процесса сверления. Поэтому разработка рекомендаций по формированию архитектуры многослойных покрытий – по толщине слоев и их взаимному расположению, общей толщине покрытий, представляет актуальную научно-практическую задачу, имеющую важное значение для машиностроения.

Структура и содержание диссертации.

Представленная диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и приложений. Диссертация изложена на 137 страницах машинописного текста, включая 37 рисунков, 24 таблицы, 2 приложения и содержит список цитируемой литературы из 183 наименования.

Введение раскрывает сущность исследуемой проблемы, ее актуальность и предлагаемые пути решения, основные положения, выносимые на защиту, определяющие научную новизну и практическую ценность работы. Определяются цель и задачи исследования.

В первой главе рассмотрены особенности процесса резания и пути повышения эффективности режущего инструмента на операциях сверления. Рассмотрены основные современные методы нанесения износостойких покрытий на режущие инструменты. Показано, что наиболее эффективными являются

методы физического осаждения покрытий (ФОП), в частности метод КИБ. Проанализировано влияние условий процесса резания на изнашивание и работоспособность режущих инструментов с износостойкими покрытиями. Показано, что основной причиной потери работоспособности режущего инструмента с износостойкими покрытиями является разрушение покрытия в результате образования в нем трещин, являющихся следствием влияния тепловых и силовых нагрузок и адгезионно-усталостных процессов. Отсутствие данных о влиянии многослойных инструментальных покрытий на работоспособность режущих кромок спирального сверла определило основное направление проведенных исследований.

Во второй главе приведены результаты экспериментальных исследований параметров структуры и механических свойств однослойных износостойких покрытий, используемых в качестве функциональных слоев многослойных покрытий. В результате была разработана общая методика проведения экспериментальных исследований и технология нанесения различных слоев износостойких покрытий.

В третьей главе предложен принцип формирования и выбора состава функциональных слоев многослойных износостойких покрытий спиральных сверл. В основе принципа лежит численное моделирование теплового состояния рабочих элементов спиральных сверл с однослойными износостойкими покрытиями. В результате предложены архитектуры перспективных многослойных покрытий и разработана технология их нанесения. Приведены результаты исследований параметров структуры многослойных износостойких покрытий. На основе исследований механических свойств многослойных износостойких покрытий и интенсивности изнашивания спиральных сверл с разработанными многослойными износостойкими покрытиями была определена требуемая конструкция многослойных износостойких покрытий – общая толщина и соотношение толщин функциональных слоев.

Идентичность влияния покрытий на контактные характеристики процесса резания при сверлении и непрерывном продольном точении позволила автору при формировании многослойных износостойких покрытий для спиральных сверл использовать принцип их построения применяемый для условий непрерывного резания. Для окончательного выбора составов функциональных слоев многослойных износостойких покрытий и формирования их архитектуры проводилось численное моделирование теплового состояния спиральных сверл с износостойкими покрытиями.

Численное моделирование теплового состояния рабочих элементов спиральных сверл с однослойными износостойкими покрытиями проводили в два этапа. На первом этапе определялась интенсивность тепловыделения  $q(\psi)$  и её

распределение на контактных площадках сверла, на втором – построение температурных полей в режущем клине спирального сверла.

В четвертой главе представлены результаты исследований функциональных параметров процесса сверления, работоспособности спиральных сверл, опытно-промышленных испытаний, а также определена экономическая эффективность применения спиральных сверл с разработанными двухслойными покрытиями.

Установлено, что нанесение двухслойных покрытий TiAlN- TiAlCrN снижает осевую силу и крутящий момент по сравнению со сверлом без покрытия. Наибольшее снижение значений данных параметров имеет место на вспомогательных режущих кромках. Снижение составило в среднем в 1,8-3,1 раза для осевой силы и 2-2,7 раза для крутящего момента в зависимости от режима резания. На главной режущей кромке снижение указанных параметров составило в среднем 16-27 % для осевой силы и 18-25 % для крутящего момента, на поперечной кромке – соответственно 4-7,3 % и 7,7-10 % в зависимости от режимов резания.

Приложение содержит акт испытаний спиральных сверл с многослойными покрытиями в производственных условиях и акт внедрения результатов работы в учебный процесс.

Основные научные результаты и их значимость для науки и производства.

В рецензируемой диссертации можно выделить следующие наиболее существенные результаты, имеющие значение для науки и производства.

Основным научным результатом диссертации следует считать результаты экспериментальных исследований влияния конструкции многослойных покрытий на их структурные параметры, механические свойства и интенсивность изнашивания спиральных сверл.

К результатам, обладающим научной новизной относятся следующие отличительные черты выполненного исследования.

1. Результаты численного моделирования теплового состояния спирального сверла, позволившие выявить влияние износостойких покрытий на процесс теплообразования на режущих кромках.

2. Закономерности влияния конструкции многослойных покрытий на параметры структуры, механические свойства и интенсивность изнашивания спиральных сверл.

3. Математические модели периода стойкости спиральных сверл с разработанными многослойными покрытиями.

Основная практическая ценность работы состоит в повышении работоспособности спиральных сверл за счет использования многослойных износостойких покрытий, что позволило увеличить период стойкости инструмента. Также практическую ценность имеют следующие разработки:

1. Рекомендации по формированию архитектуры многослойных покрытий спиральных сверл, соотношению толщин слоёв и общей толщины покрытия, обеспечивающих высокую работоспособность инструмента.

2. Технологические параметры процесса нанесения многослойных покрытий: компоновочные схемы, время осаждения слоёв, опорное напряжение, ток дуги, ток фокусирующих катушек.

Опытно-промышленные испытания, выполненные в производственных условиях АО «Ульяновский механический завод» (г. Ульяновск), подтвердили высокую работоспособность спиральных сверл с разработанными многослойными покрытиями.

Результаты диссертационной работы предложены для использования в учебном процессе: в лабораторном практикуме и в лекционном курсе дисциплин «Технологические методы нанесения износостойких покрытий режущего инструмента» и «Физические основы процесса резания и изнашивания режущего инструмента с износостойкими покрытиями».

Таким образом, в ходе выполнения диссертации автор получил научно значимые для технологии механической обработки результаты, имеющие существенное значение в рамках соответствующей научной специальности.

Замечания по диссертационной работе.

1. В обосновании актуальности работы автор указывает, что поперечная кромка сверла лишь сминает металл (с. 3 автореферата и с. 6 диссертации). Сейчас доказано, что практически по всей длине поперечной кромки (до 90 % и более (в зависимости от диаметра сверла) длины полуперемычек (половин поперечной кромки)) происходит резание металла. Это было обосновано аналитически и подтверждено экспериментами с получением отдельных стружек от полуперемычек сверла. Также подтверждено исследованиями износа передней поверхности последних, где образовывалась хорошо заметная лунка износа. (Журналы: «Вестник машиностроения» № 11 за 2006 г. с. 54 – 56 и № 10 за 2021 г. с. 79 - 84; «СТИН» № 11 за 2016 г. с. 29 – 34 и др.).

2. Формулы для расчёта интенсивности тепловыделения на контактных площадках спирального сверла (3.1 – 3.4 с. 74 - 75 диссертации и 1 – 4 с. 8 автореферата) дают лишь очень приближённую оценку данной интенсивности. После П.А. Юдковского (1965 год) было немало работ по этому вопросу со значительно более точными расчётными зависимостями (в частности работы учеников школы профессора С.С. Силина).

3. Разработанная методика расчёта тепловых полей (расчётная модель) не учитывает ни радиуса округления режущей кромки сверла, ни величины износа по задней поверхности режущего клина, что для операций сверления весьма актуально.

4. При расчете интенсивности тепловыделений на режущей кромке сверла согласно табл. 3.1 (с. 76) автор использовал линейные источники тепла с размерностью Вт/м. При моделировании температурных полей в ANSYS (рис. 3.3, с. 79) использовались плоские источники тепла с размерностью Вт/м<sup>2</sup>. Как осуществлялся переход между источниками?

5. Автор ограничился экспериментальными исследованиями только на стали 30ХГСА. Хотелось бы оценить, как будет работать сверло с разработанными покрытиями при обработке, например, титановых сплавов и жаропрочных сплавов?

В целом данные замечания не влияют на общее положительное впечатление о работе и носят в большей степени рекомендательный характер.

Заключение.

Практическое значение результатов диссертации.

Разработана и апробирована в лабораторных условиях технология модификации поверхности режущего инструмента на основе исследования закономерностей взаимосвязи состава и конструкции многослойных износостойких покрытий с функциональными параметрами процесса сверления.

Сформулированы практические рекомендации по использованию технологии нанесения многослойных износостойких покрытий для повышения работоспособности спирального сверла.

Результаты работы могут быть рекомендованы к использованию на машиностроительных предприятиях, занимающихся вопросами создания и применения износостойких покрытий на поверхности режущего инструмента, в области производства режущего инструмента и технологической подготовки производства.

Достоверность полученных результатов сомнений не вызывает. Положения, выносимые на защиту, обоснованы корректным применением известных научных методов исследования взаимосвязи состава и конструкции износостойких покрытий с функциональными параметрами процесса сверления. Теоретические результаты подтверждаются сопоставлением данных, полученных автором в ходе экспериментальных исследований и результатами других исследователей.

Основные результаты диссертации опубликованы в 7 научных работах, среди которых, две из Перечня ВАК РФ, одна в журнале, индексируемом в базе Scopus, а также прошли апробацию на четырех научно-технических конференциях соответствующего профиля.

Структура диссертации является логически стройной, отражает включенный в нее материал, главы равноценны; претензий к языку и стилю изложения нет: диссертация написана ясным, технически грамотным языком.

Качество оформления диссертации является достаточно высоким, к нему

имеются лишь небольшие замечания, на которые автору указано.

Автореферат и опубликованные работы отражают основное содержание диссертации.

Общий вывод.

Оценивая работу в целом, считаем, что работа АЛЬ-КАДХИМИ МОХАММЕД ФАЙЯДХ ДЖАССАМ является законченным научным исследованием, в ней решена важная научно-техническая задача, по доказательству возможности и обоснованию целесообразности применения многослойных износостойких покрытий для повышения работоспособности спиральных сверл.

Результаты исследования вносят вклад в решение задачи повышения работоспособности спиральных сверл путем разработки и применения износостойких покрытий.

Автор работы является сложившимся специалистом, способным ставить и решать задачи в области технологии механической обработки материалов.

Представленные теоретические и практические результаты позволяют заключить, что рассматриваемая работа отвечает требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям; ее автор, АЛЬ-КАДХИМИ МОХАММЕД ФАЙЯДХ ДЖАССАМ, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден и одобрен на заседании кафедры «Мехатронные системы и процессы формообразования имени С.С. Силина» ФБГОУ ВО РГАТУ имени П.А. Соловьева «25» января 2022 г., протокол № 6-22.

**Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.**

Мохаммед, пожалуйста, ответьте на замечания ведущей организации.

Соискатель Аль-Кадхими М.Ф.Д.

С первым замечанием ведущей организации согласны.

По второму замечанию ведущей организации хотелось бы ответить: Не смотря на наличие более точных расчётных зависимостей, примененная в данной работе формула расчёта интенсивности тепловыделения на контактных площадках спирального сверла позволила с достаточной для практики точностью смоделировать тепловое состояние сверл, что подтверждается результатами моделирования, отражающими физический процесс операции сверления и закономерности распределения деформационно-силовой нагрузки на контактных площадках сверл.

С третьим замечанием ведущей организации, в целом, согласны. Но в тоже

время, принятые нами упрощения были одинаковы для сверл, как с покрытиями, так и без покрытий, что не внесло ошибки в оценку влияния покрытий на тепловое состояние сверл.

По четвертому замечанию ведущей организации: При моделировании в ANSYS на каждой контактной площадке сверла были созданы единичные поверхности определенного размера с учетом длины кромок сверла и длины контакта стружки с поверхностями сверла. Переход от линейных источников к плоским источникам тепла проводили с использованием соотношения, связывающим удельные тепловые потоки через данные поверхности и линейный источник посредством коэффициента, учитывающего периметр единичной поверхности.

С пятым замечанием согласны.

**Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.**

Удовлетворены ли коллеги ответами на замечания ведущей организации?  
Удовлетворены.

На автореферат диссертации поступило 12 отзывов, все отзывы положительные. Можно заслушать обзор отзывов или зачитывать их полностью? Как поступим? Обзор. Прошу проголосовать. Единогласно. Слово предоставляется учёному секретарю совета, Николай Иванович, отзвучите информацию по обзору отзывов.

**Ученый секретарь, д-р техн. наук, доцент Веткасов Н.И.**

Я предлагаю каждому члену совета ознакомиться с обзором, распечатанный экземпляр которого лежит на столе. Обзор содержит все замечания, которые сделаны в отзывах на автореферат.

**Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.**

Итак, у всех членов диссертационного совета имеется на руках замечания на автореферат и ответы на них. Мохаммед, пожалуйста, ответьте на замечания.

**Соискатель Аль-Кадхими М.Ф.Д.**

В целях экономии времени мы разделили замечания и вопросы, содержащиеся в отзывах на автореферат, на 4 группы.

К первой группе отнесены замечания и вопросы, обусловленные ограниченностью объема автореферата, исчерпывающая информация по которым содержится в диссертации.

К этой группе замечаний относятся:

второе и третье замечание профессора Зайдеса С.А., первое и второе замечание профессора Мокрицкого Б.Я., замечания профессора Курдюкова В.И., третье замечание профессора Попова А.Ю. и доцента Киселя А.Г., первое и второе замечание профессора Артамонова Е.В., первое замечание профессора Ардашева Д.В., замечания профессора Реченко Д.С., первое замечание



профессора Зверовщикова А.Е., замечание профессора Короткова А.Н.

Ко второй группе отнесены замечания, носящие характер пожеланий, которые мы учтем в дальнейшей работе.

К ним относятся: первое и второе замечания профессора Зайдеса С.А., третье замечание профессора Мокрицкого Б.Я., второе замечание профессора Киричека А.В.

К третьей группе относятся критические замечания, с которыми мы согласны.

Это – второе и четвертое замечание профессора Попова А.Ю. и доцента Киселя А.Г., второе замечание профессора Полякова А.Н. и доцента Гончарова А.Н., второе замечание профессора Ардашева Д.В., второе замечание профессора Зверовщикова А.Е., замечания профессора Чигиринского Ю.Л.

На замечания четвертой группы нам хотелось бы ответить.

По первому замечанию профессора Попова А.Ю. и доцента Киселя А.Г.: двухслойное покрытие  $TiAlN-TiAlZrN$  исследовали на завещающем этапе. Верхний слой  $TiAlZrN$  был выбран на основе данных работ проф. Табакова В.П. и его учеников, в которых показано, что покрытия  $TiAlZrN$  и  $TiAlCrN$  имеют практически одинаковые механические свойства.

По первому замечанию профессора Киричека А.В.: созданная модель в пакете ANSYS была в некоторой степени идеализированной и упрощенной, и не учитывала влияние физико-механических свойств материала под нагрузкой.

По первому замечанию профессора Полякова А.Н. и доцента Гончарова А.Н.: на основании исследований однослойных покрытий  $TiN$ ,  $TiAlN$ ,  $TiAlCrN$  была предложена архитектура двухслойного покрытия  $TiAlN-TiAlCrN$  и, как я уже отвечал, дополнительно к ней, как близкий аналог архитектура  $TiAlN-TiAlZrN$ , который по своим механическим свойствам практически не отличаются от покрытия  $TiAlCrN$ .

По третьему замечанию профессора Артамонова Е.В.: при проведении теплового расчёта в программной среде ANSYS учитывалось влияние покрытий на тепловое состояние режущего клина, а не на саму работоспособность сверл.

По второму замечанию профессора Ардашева Д.В.: измерение осевой силы и крутящего момента осуществлялось непрерывно в течении всего рабочего хода.

**Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.**

Как вам ответы на замечания? Удовлетворены? Удовлетворены.

Слово предоставляется официальному оппоненту профессору **Макарову Владимиру Федоровичу.**

Официальный оппонент – д-р техн. наук, профессор Макаров В.Ф.

Добрый день, уважаемые коллеги, я прошу разрешения не зачитывать полностью отзыв, а остановиться на отдельных моментах.

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.

Коллеги есть возражения? Нет. Пожалуйста, Владимир Федорович.

Официальный оппонент – д-р техн. наук, профессор Макаров В.Ф.

Первое. Я положительно оценил эту работу. Считаю, что это продолжение работы научной школы Табакова Владимира Петровича – большой школы, известной в России. Работа новая. Работ по сверлению в последнее время очень мало. В основном это точение, фрезерование и др. Сверление – это довольно сложный процесс, когда одновременно работают несколько режущих кромок, и что происходит внутри этого отверстия достаточно сложно изучить, поэтому проблема изучения тепловых, деформационных и силовых процессов очень важна, очень актуальна. Автор попытался эту проблему решить. Второе. Покрытия известны достаточно давно, начиная с 70-х годов, когда был бум на наших машиностроительных предприятиях. Например, на нашем моторостроительном заводе у нас было три установки «Булат», и мы весь быстрорежущий концевой инструмент обрабатывали на этих установках. Покрывали нитридом титана, карбидом титана, и действительно, эффект от покрытий был громадный. Выпуск двигателей был большой и это помогало решать задачи при обработке жаропрочных труднообрабатываемых материалов. Покрытия были однослойные. В 90-е годы мы начали покупать режущий инструмент уже с покрытием и отошли от этой технологии. Покупаем до 90% инструмента. Поэтому тема диссертации весьма актуальна, особенно в современных условиях с позиции импортозамещения.

Новизна работы заключается, по моему мнению в том, что работа пяти режущих кромок не одинакова в процессе сверления, и соискателем разработана новая методика исследования доли деформационно-силовой нагрузки, приходящаяся на каждую из пяти режущих кромок. В этом ценность этой работы. Хотел бы отметить результаты численного моделирования теплового состояния, закономерности влияния конструкции многослойного покрытия на параметры структуры, математические модели периода стойкости спиральных сверл с разработанными покрытиями. По каждому из отмеченных положений соискателем проведены достаточные исследования с применением современного оборудования и аппаратуры. Проведенные теоретические и экспериментальные исследования позволили соискателю разработать новые многослойные износостойкие покрытия с добавлением хрома, циркония.

Из всего вышеизложенного следует, что диссертационная работа Аль-Кадхими М.Ф.Д. полностью отвечает требованиям, относящимся к новизне исследований и научных результатов.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов достаточно значимая. Наиболее значимой можно считать методику расчета тепловых полей режущих клиньев спирального сверла, учитывающей доли деформационно-

силовой нагрузки, приходящуюся на главную, вспомогательную кромку.

Все выводы подтверждаются лабораторными исследованиями. Общая оценка выполненных исследований диссертационной работы, дает основание утверждать, что работа содержит достаточно обоснованные и достоверные научные заключения и соответствует требованиям к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Практическая ценность диссертации заключается в разработке рекомендаций по формированию архитектуры многослойных покрытий спиральных сверл соотношению толщин слоёв и общей толщины покрытия, обеспечивающих высокую работоспособность инструмента; также, технологических параметрах процесса нанесения многослойных покрытий: компоновочные схемы, время осаждения слоёв, опорное напряжение, ток дуги, ток фокусирующих катушек.

Практическая полезность диссертационной работы подтверждается опытно-промышленными испытаниями, выполненными на одном из Ульяновских заводов и результатами исследований, включёнными в учебный процесс подготовки магистров.

По работе есть замечания.

1. Недостаточно обоснован выбор материала спирального сверла, он не вытекает из анализа литературы, приведенной в первой главе диссертации,

2. При исследовании крутящего момента и осевой силы соискателем предложена специальная конструкция заготовки, позволяющая определить данные величины на различных кромках сверла за один проход инструмента. Этапы сверления целесообразно было разнести на разные заготовки, так как на различных участках сверления в предлагаемой заготовке условия тепловыделения, теплоотвода и стружкоотвода разные. И это может отразиться на величинах крутящего момента и осевой силы.

3. В качестве верхнего слоя двухслойного покрытия соискателем предложено трехэлементное покрытие на основе нитрида титана, алюминия и циркония, по которому в диссертации отсутствует информация, указывающая на идентичность свойств данного покрытия и покрытия на основе титана, алюминия и хрома.

4. Соискателем при оценке работоспособности спиральных сверл использовалась одна марка обрабатываемого материала, что не позволяет в полной мере судить о области использования разработанных покрытий. Следовало бы расширить номенклатуру материала заготовок, выбрав их различных групп обрабатываемости.

5. Каталоги фирм производителей режущего инструмента предлагают для осевого режущего инструмента как однослойные многокомпонентные покрытия

типа TiAlSiN, так и двухслойные покрытия, например, AlTiSiN-AlCrSiN. Для полной оценки эффективности предлагаемых соискателем двухслойных покрытий, следовало бы сравнить их с иностранными аналогами.

В заключении могу сказать следующее.

1. Диссертация Аль-Кадхими М.Ф.Д. является научно-квалификационной работой, содержащей новые научные разработки, направленные на решение актуальной для отечественных машиностроительных производств задачи – повышения эффективности работы спиральных сверл с многослойными износостойкими покрытиями.

Тем самым диссертация соответствует разделу II Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

2. Тема, цель, задачи и содержание диссертации соответствуют заявленной специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

3. Работа выполнена на достаточном научно-теоретическом уровне, методики и средства выполненных исследований адекватны решаемым задачам.

4. Результаты исследований, выполненных соискателем, достоверны и достаточны для обоснования сделанных выводов.

5. Диссертация имеет практическую ценность, так как разработки соискателя обеспечивает повышение работоспособности спиральных сверл с многослойными износостойкими покрытиями.

6. Степень апробации основных положений диссертационной работы путем опубликования 7 научных работ, в том числе 2 статьи в изданиях из перечня ВАК РФ, 1 статья в издании из базы цитирования Scopus и докладов на трех научно-технических конференциях достаточна.

7. Содержание автореферата отражает основные положения работы.

8. На основании вышеизложенного считаю, что диссертация Аль-Кадхими М.Ф.Д. отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

**Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.**

Спасибо, Владимир Федорович. Мохаммед, пожалуйста, ответьте за замечания оппонента.

Соискатель Аль-Кадхими М.Ф.Д.

С первым замечанием Владимира Федоровича согласны.

По второму замечанию, предложения Владимира Федоровича обязательно учтем в дальнейших исследованиях.

По третьему замечанию Владимира Федоровича хотелось бы ответить:

действительно в диссертации мы не привели информацию по сопоставлению свойств покрытий TiAlCrN и TiAlZrN, а только сделали ссылку на работы, в которых есть данная информация.

Четвертое и пятое замечание Владимира Федоровича рассматриваем как пожелания, и обязательно учтем в дальнейших исследованиях.

Весьма признателен, Владимиру Федоровичу за полезные замечания и внимание к моей работе.

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.

Владимир Федорович, Вы удовлетворены ответами?

Официальный оппонент – д-р техн. наук, профессор Макаров В.Ф.

Да, удовлетворен.

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.

Спасибо большое. Слово предоставляется второму официальному оппоненту профессору Мигранову Марсу Шарифулловичу.

Официальный оппонент – д-р техн. наук, профессор Мигранов М.Ш.

Добрый день уважаемые члены совета и коллеги. Позвольте, кратко остановится на основных моментах отзыва на диссертацию Аль-Кадхими М.Ф.Д. на тему: «Повышение работоспособности спиральных сверл путем разработки и применения многослойных износостойких покрытий», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Структура и объем работы. Работа содержит 4 главы.

Во введении обоснована актуальность работы, её практическая значимость, сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведен анализ научно-технической литературы, посвященной повышению работоспособности спиральных сверл.

Вместе с этим можно отметить, что в представленной главе отсутствует информация о других методах повышения эффективности режущего инструмента с покрытиями, а также методах повышения эффективности режущего инструмента, основанных на других физических принципах.

Во второй главе изложены методики исследования.

Третья глава посвящена разработке конструкции многослойных покрытий спиральных сверл.

В четвертой главе представлены результаты исследований функциональных параметров процесса сверления.

В заключении изложены основные результаты исследований.

Диссертация Аль-Кадхими М.Ф.Д. по актуальности имеет большое значение для современного машиностроительного производства, например, сейчас на производстве фирмы «Стрела» очень востребованы эти технологии, в

том числе при нанесении покрытий на сверла.

Научная новизна заключается в том, что автор попытался смоделировать температурно-силовые условия при сверлении, в том числе предположительно показать, что покрытия в процессе работы образуют дополнительные оксиды и нитриды, которые при определенных температурно-силовых условиях могут оказать какой-то эффект защиты или экранирующий эффект.

Практическая ценность не вызывает сомнений. Проведенные опытно-промышленные испытания на заводе АО «Ульяновский механический завод», подтвердили высокую работоспособность спиральных сверл с разработанными многослойными покрытиями.

Публикации и апробация работы достаточна. Опубликовано 7 научных работ. Отдельные результаты исследований и диссертация внедрены в учебный процесс.

Материалы диссертации оформлены очень аккуратно, последовательно.

Есть, к сожалению, и замечания.

1. В первой главе диссертации соискатель уделил большое внимание вопросам эффективности износостойких покрытий при механической обработке. В тоже время недостаточно полно проанализированы другие методы повышения работоспособности спиральных сверл

2. При исследовании механических свойств износостойких покрытий соискатель использовал стандартные методики их оценки. В тоже время определение прочности адгезии покрытий с инструментальной основой по коэффициенту отслоения не позволяет корректно оценить данный параметр, особенно для покрытий многослойного типа. Кроме того, в гл. 2 отсутствует описание методики определения химического состава получаемых покрытий

3. В последние годы при разработке износостойких покрытий большое внимание уделяется исследованиям по влиянию нанослойной структуры покрытий на механические свойства и работоспособность режущего инструмента. К сожалению, соискатель не исследовал данный вопрос, хотя, судя по компоновочным схемам установок для нанесения покрытий, предлагаемые им покрытия должны иметь подобную структуру.

4. Соискатель предлагает формирование многослойных покрытий для спиральных сверл проводить, используя принцип их построения для условий непрерывного резания, ссылаясь на идентичность влияния покрытий на контактные характеристики процесса сверления и токарной обработки. С этим можно согласиться, но для окончательного ответа следовало бы провести более полные исследования контактных характеристик процесса сверления

5. При оценке работоспособности спиральных сверл с разработанными покрытиями соискатель сравнивал их со сверлами без покрытия и с покрытием

TiN. Более корректно было бы сравнивать их с однослойными покрытиями, состав которых совпадает с составом верхнего слоя двухслойных покрытий, т.е. с покрытиями TiAlCrN и TiAlZrN.

6. Для полной оценки эффективности предлагаемых двухслойных покрытий, желательно бы сравнить их с иностранными аналогами. Известны износостойкие покрытия, которые иностранные фирмы производители режущего инструмента предлагают для осевого инструмента, например, однослойные многокомпонентные покрытия типа TiAlSiN.

Сделанные выше замечания не снижают важности полученных результатов и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

Таким образом, представленная диссертация Аль-Кадхими М. Ф. Д. по актуальности, научно-техническому уровню, степени обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверности и новизне, значению для теории и практики соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013г. №842, а ее автор Аль-Кадхими М. Ф. Д. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

**Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.**

Спасибо. Марс Шарифуллович. Мохаммед, пожалуйста, ответьте на замечания.

Соискатель Аль-Кадхими М.Ф.Д.

С первым замечанием Марса Шарифулловича согласны.

По второму замечанию Марса Шарифулловича хотелось бы ответить: по первой части замечания можно отметить, что определение прочности адгезии покрытий с инструментальной основой по коэффициенту отслоения используется во многих работах по исследованию износостойких покрытий. По второй части замечания, мы согласны. Можем добавить, что химический состав покрытий определяли методом количественного рентгеноспектрального анализа на установке MAP-4 с учетом ZAF-поправок.

Четвертое, пятое и шестое замечание, Марса Шарифулловича мы рассматриваем как пожелания и обязательно учтем в дальнейших исследованиях.

Большое спасибо Марсу Шарифулловичу за полезные замечания и внимание к моей работе.

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.

Марс Шарифуллович, Вы удовлетворены ответами?

Официальный оппонент – д-р техн. наук, профессор Мигранов М.Ш.

Полностью удовлетворен, спасибо.

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.

Спасибо. Коллеги приступаем к обсуждению работы. Кто желает выступить? Д-р техн. наук, профессор Янюшкин Александр Сергеевич.

**Д-р техн. наук, профессор Янюшкин А.С.**

Я внимательно ознакомился с этой работой и хочу сказать следующее. Работа на сегодняшнее время актуальна, тем более в нашей стране и за рубежом 70% это быстрорежущий инструмент. Важным является оптимизация покрытий. Всем известно, что покрытия дают существенный эффект при работе такого инструмента, поэтому этой проблемой стоит заниматься. Единственное, что я не увидел, а хотел бы увидеть в этой работе, это вопросы заточки и восстановления инструмента и как решать эти проблемы с инструментом с покрытием, но, как и в любой работе объять всё невозможно, хотя вопрос этот серьезный.

Я много раз сталкиваюсь с тем, что мы теряем технологии, особенно начиная с 90-х годов, поэтому я полностью согласен с высказывание оппонента Владимира Федоровича Макарова. Правильно – нужно возвращаться к своим технологиям, хватит работать на чужом инструменте.

Хочу сказать, что сам соискатель мне понравился, есть трудности с языком, но я понял, что он понимает суть своей работы, суть заданных ему вопросов, понимает и перспективы своей работы. Я думаю, что он продолжит работу и в своей стране.

Считаю, что работа получилась, она квалификационная, соответствует всем требованиям ВАК РФ, и я её поддерживаю.

**Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.**

Спасибо, Александр Сергеевич. Пожалуйста, д-р техн. наук, профессор Денисенко Александр Федорович.

**Д-р техн. наук, профессор Денисенко А.Ф.**

Следует отметить, что перед нами стоит двойная задача. С одной стороны это то, что содержится в диссертации, с другой это то, что до нас доносил соискатель в ходе доклада и ответов на вопросы. Я не почувствовал, что он плохо знает язык, он достаточно хорошо излагает свои мысли, и самое главное, что также отметил Александр Сергеевич, это то, что он понимает, о чем идет речь.

Достоинством работы является то, что она выполнена в рамках тех наработок научной школы, которую возглавляет Владимир Петрович Табаков. Это видно и из формулировки задач, которые в работе решались. Мне импонирует, то, что для повышения работоспособности соискатель не выбирал какое-то одно направление, а был комплексный подход, что характерно для школы Табакова В.П. Рассматривались деформационно-силовые нагрузки, температурные поля и изучалась структура и механические свойства самого покрытия. В связи с этим могли возникнуть пожелания более широкого изложения, но объять все невозможно.



Все поставленные задачи в работе решены, получен положительный результат, поэтому я данную работу буду поддерживать, однако ряд вопросов у меня возник еще при изучении автореферата. В частности, обычно принято указывать на скольких конференциях и каких конференциях проходила апробация данной работы, этого, к сожалению, в автореферате нет. Более серьезный момент, который оставил неясность, это определение интенсивности распределения тепловыделения по длине режущих кромок на рис. 13. Каким образом выполнялось построение этих графиков не ясно, т.к. в остальных зависимостях параметр длины не фигурировал. И последнее, что для меня осталось не до конца понятным, это вопрос по стойкости инструмента с покрытием. Нигде не говорится, что это методом планирования эксперимента проводилось и почему именно такая регрессионная зависимость выбрана в качестве модели, обычно выбирается квадратичная зависимость с взаимным влиянием параметров.

Тем не менее, вышеуказанные замечания больше относятся к пожеланиям потому, что соискатель имеет большой потенциал реализоваться.

Еще раз подчеркну, я эту работу поддерживаю, и призываю всех остальных членов совета проголосовать за.

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.

Спасибо, Александр Федорович. Предлагаю заслушать членов совета, участвующих дистанционно, пожалуйста, д-р техн. наук, профессор Худобин Леонид Викторович.

Д-р техн. наук, профессор Худобин Л.В.

Уважаемы коллеги, сегодняшнее заседание нашего совета, в известной степени, рубежное. Во-первых, первый раз защищается иностранец, который четыре года учился в нашей аспирантуре и который до этого никогда никакими покрытиями не занимался. Второй момент — это подбор оппонентов. Сегодня, на мой взгляд, блестяще подобран состав оппонентов и ведущей организации. Редко можно услышать такие прекрасные выступления оппонентов, это в принципе и понятно, потому что они сами являются высококлассными специалистами, которые много занимались покрытиями.

Хочу обратить Ваше внимание на один момент. Как указал в своем выступлении Александр Федорович, мы рассматриваем с одной стороны это научная работа, а с другой стороны квалификационная работа. С точки зрения научной работы, с учетом выступлений членов совета, по-моему, вопросов не возникает, авторитетно сказано, что работа отвечает требованиям новизны и т.д. Относительно квалификационной работы, хотел бы отметить, что это тоже редкое для нашего технического университета и для нашей кафедры событие. Показано, что мы в наших условиях, с нашим оборудованием, и с нашей квалификацией

научных руководителей можем готовить иностранцев. Это очень важно для нас, поскольку поток отечественных аспирантов невелик.

С точки зрения квалификационной работы, мы имеем дело с хорошо образованным соискателем – бакалавр, магистр, и вот теперь соискатель ученой степени кандидата технических наук.

Стоит отметить, что затраты научного руководителя на подготовку диссертационной работы, конечно, намного больше, чем с отечественными соискателями.

Я тоже буду голосовать за присуждение степени соискателю.

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.

Спасибо, Леонид Викторович. Кто хочет выступить? Пожалуйста, д-р техн. наук, доцент Ковальногов Владислав Николаевич.

Д-р техн. наук, доцент Ковальногов В.Н.

Я сам являюсь руководителем аспирантов иностранцев, поэтому вижу сколько работы проделали и соискатель, и руководитель, поэтому буду поддерживать эту работу.

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.

Спасибо, Владислав Николаевич. Кто хочет выступить? Нет желающих? Нет. Тогда заключительное слово предоставляется соискателю.

Соискатель Аль-Кадхими М.Ф.Д.

Хочу выразить огромную благодарность своему научному руководителю Табакову Владимиру Петровичу за огромные затраты времени и сил, которые он вложил в эту работу. Своим официальным оппонентам – Мигранову Марсу Шарифулловичу и Макарову Владимиру Федоровичу за проявленное внимание к моей работе. Так же благодарю всех членов диссертационного совета за активное участие в обсуждении моей работы и за полезные замечания. Большое спасибо.

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.

Переходим к голосованию. Порядок учёта голосов при тайном голосовании, когда мы голосуем электронно, предполагает подсчёт голосов, поданных «За» предлагаемое решение совета и подсчёт голосов, поданных «Против».

Как мы с вами предварительно говорили, голосование будет проходить отдельно для членов совета, работающих дистанционно. В протоколе, который появится у вас, вы должны проголосовать «За» или «Против».

Для тех, кто голосует очно. Вот ноутбук – наше место для голосования. Подходим по одному и каждый голосует «Да» или «Нет» за присуждение степени.

Переходим к голосованию.

Объявляется технический перерыв для голосования.

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.

Слово предоставляется учёному секретарю для оглашения результатов голосования.

**Ученый секретарь, д-р техн. наук, доцент Веткасов Н.И.**

Протокол №1 о результатах тайного голосования членов диссертационного совета по диссертации Аль-Кадхими Мохаммеда Файядх Джассама на соискание учёной степени кандидата технических наук от 01 марта 2022 года.

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 20 человек на период действия номенклатуры специальностей научных работников, утвержденный приказом Министерством образования и науки РФ от 17 февраля 2015 года № 123. В состав диссертационного совета дополнительно введено 0 человек, присутствовало на заседании 17 членов совета. В обычном режиме голосовали 10 человек, в дистанционном – 7 человек, в том числе докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации 10 человек.

Результаты голосования по вопросу о присуждении степени кандидата технических наук Аль-Кадхими Мохаммеду Файядху Джассаму: «За» - 16 человек, «Против» - 0 человек, не голосовал –1 (из-за разрыва у одного члена совета аудиовидеосвязи).

**Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.**

Результаты голосования Николай Иванович озвучил. Нам нужно их утвердить. У нас 17 человек присутствуют на заседании. Один член диссертационного совета не принимал участия в тайном голосовании из-за разрыва аудиовидеосвязи.

Прошу протокол, содержание которого сейчас зачитал Николай Иванович, утвердить. Кто за, прошу проголосовать. Единогласно. Протокол утверждается.

Таким образом, на основании результатов тайного голосования диссертационный совет 99.2.001.02 при Ульяновском государственном техническом университете признаёт, что диссертация Аль-Кадхими Мохаммеда Файядха Джассама представляет собой научно-квалификационную работу, которая содержит решение актуальной задачи повышения работоспособности спиральных сверл путем разработки и применения многослойных износостойких покрытий, имеющей существенное значение для повышения конкурентоспособности продукции, выпускаемой машиностроительными предприятиями, и соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (раздел II, п. 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденном Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года №842), и присуждает Аль-Кадхими Мохаммеду Файядху Джассаму учёную степень кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Поздравляем!

Соискатель Аль-Кадхими М.Ф.Д.

Спасибо большое.

У всех членов Совета имеется проект заключения по диссертации Аль-Кадхими Мохаммеда Файядха Джассама. Есть предложение принять его за основу. Прошу проголосовать. Против и воздержавшихся нет. Принимается.

**Обсуждение заключения.**

**Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Киселев Е.С.**

Есть предложение принять проект заключения в целом с учётом высказанных замечаний. Если нет возражений, прошу голосовать. Принимается единогласно.

*Заключение диссертационного совета объявляется соискателю*

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОБЪЕДИНЕННОГО ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА  
99.2.001.02, 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» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК  
аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 01.03.2022 г. № 72

О присуждении Аль-Кадхими Мохаммеду Файядху Джассаму, гражданину Республики Ирак, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение работоспособности спиральных сверл путем разработки и применения многослойных износостойких покрытий», по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки, принята к защите 27.12.2021 г., протокол № 71, объединенным диссертационным советом 99.2.001.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения (ФГБОУ) высшего образования (ВО) «Ульяновский государственный технический университет», ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный

университет», Министерства науки и высшего образования РФ, по адресу 432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32, действующим на основе приказа №123/нк от 17.02.2015 г.

Соискатель Аль-Кадхими Мохаммед Файядх Джассам, 1983 года рождения, в 2006 г. закончил научно-технический колледж им. Аль-Рашида технологического университета (г. Багдад, республика Ирак) с присвоением квалификации бакалавр машиностроения. В 2013 г. закончил магистратуру международного факультета Восточнукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Луганск, Украина) по специальности «Металлорежущее оборудование и системы». В 2020 г Аль-Кадхими М.Ф.Д. закончил аспирантуру ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки. В настоящее время работает инженером в Министерстве строительства, муниципалитетов и общественных работ в г. Багдаде (республика Ирак).

Диссертация выполнена в ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» на кафедре «Инновационные технологии в машиностроении», Министерства науки и высшего образования РФ.

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор Табаков Владимир Петрович, заведующий кафедрой «Инновационные технологии в машиностроении» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет».

Официальные оппоненты:

Макаров Владимир Федорович – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Инновационные технологии машиностроения» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»;

Мигранов Марс Шарифуллович – д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры «Высокоэффективные технологии обработки» ФГБОУ ВО «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»,

дали свои положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева», г. Рыбинск, в своем положительном заключении, рассмотренном на заседании кафедры «Мехатронные системы и процессы формообразования имени С.С. Силина» ФГБОУ ВО «РГАТУ имени П.А. Соловьева», подписанном д-ром техн. наук, профессором Д.И. Волковым и утвержденном проректором по науке и цифровой трансформации, канд. техн. наук, доцентом А.Н. Сутягиным, указала, что диссертация Аль-Кадхими М. Ф. Д. является законченным научным исследованием, в ней решена важная научно-техническая задача, по

доказательству возможности и обоснованию целесообразности применения многослойных износостойких покрытий для повышения работоспособности спиральных сверл. Результаты исследования вносят вклад в решении задачи повышения работоспособности спиральных сверл путем разработки и применения износостойких покрытий. Автор работы является сложившимся специалистом, способным ставить и решать задачи в области технологии механической обработки материалов. Представленные теоретические и практические результаты позволяют заключить, что рассматриваемая работа отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Аль-Кадхими Мохаммед Файядх Джассам заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Соискатель имеет 7 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 2 статьи в изданиях из перечня ВАК и 1 статью в изданиях из базы цитирования Scopus. Работы посвящены теоретическим и экспериментальным исследованиям разработки и применения многослойных износостойких покрытий для повышения работоспособности спиральных сверл. Авторский вклад составляет 1,8 п.л. машинописного текста, в общем объеме научных изданий – 4,16 п.л.

Научные работы соискателя отражают результаты проведенного исследования и раскрывают основные положения, выносимые на защиту. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах. Научные труды представлены статьями в рецензируемых изданиях из перечня ВАК, из базы цитирования Scopus, материалах научных конференций. Наиболее значимые научные работы соискателя, из числа опубликованных в рецензируемых научных изданиях:

1. Табаков В.П., Сагитов Д.И., Аль-Кадхими М.Ф.Д. Повышение эффективности спиральных сверл путем применения многослойных покрытий // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2019. – № 5. – С. 225-228.

2. Табаков В.П., Сагитов Д.И., Аль-Кадхими М.Ф.Д. Исследование влияния износостойких покрытий на тепловое состояние спиральных сверл // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2020. – № 10. – С. 440-443.

3. Al-Kadhimi M.F.D., Sagitov D.I., Chikhranov A.V., Dolzhenko Y.A. Application of Multilayer Coatings based on Complex Titanium Nitrides to improve the efficiency of Twist Drills // Russian engineering research. – 2021. - Т.37. - №12. – 1048-1051.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Отзыв ведущей организации – **ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А.**

**Соловьева»,** подписанный д-ром техн. наук, профессором кафедры «Мехатронные системы и процессы формообразования имени С.С. Силина» ФГБОУ ВО «РГАТУ имени П.А. Соловьева» Д.И. Волковым и утвержденный проректором по науке и цифровой трансформации, канд. техн. наук, доцентом А.Н. Сулягиным. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. В обосновании актуальности работы автор указывает, что поперечная кромка сверла лишь сминает металл (с 3 автореферата и с. 6 диссертации). Сейчас доказано, что практически по всей длине поперечной кромки (до 90% и более (в зависимости от диаметра сверла) длины полуперемычек (половин поперечной кромки)) происходит резание металла. Это было обосновано аналитически и подтверждено экспериментами с получением отдельных стружек от полуперемычек сверла. Также подтверждено исследованиями износа передней поверхности последних, где образовывалась хорошо заметная лунка износа. (Журналы: «Вестник машиностроения» № 11 за 2006 г. с. 54-56 и «10 за 2021 г. с. 79-84; «СТИН» № 11 за 2016 г. с. 29-34 и др.). 2. Формулы для расчёта интенсивности тепловыделения на контактных площадках спирального сверла (3.1-3.4 с. 74-75 диссертации и 1-4 с. 8 автореферата) дают лишь очень приближенную оценку данной интенсивности. После П.А. Юдковского (1965 год) было немало работ по этому вопросу со значительно более точными расчётными зависимостями (в частности работы учеников школы профессора С.С. Силина). 3. Разработанная методика тепловых полей (расчётная модель) не учитывает ни радиуса округления режущей кромки сверла, ни величины износа по задней поверхности режущего клина, что для операции сверления весьма актуально. 4. При расчете интенсивности тепловыделений на режущей кромке сверла согласно табл. 3.1 (с. 76) автор использовал линейные источники тепла с размерностью Вт/м. При моделировании температурных полей в ANSYS (рис.3.3, с. 79) использовались плоские источники тепла с размерностью Вт/м<sup>2</sup>. Как осуществлялся переход между источниками? 5. Автор ограничился экспериментальными исследованиями только на стали 30ХГСА. Хотелось бы оценить, как будет работать сверло с разработанными покрытиями при обработке, например, титановых сплавов и жаропрочных сплавов?

2. Отзыв официального оппонента – **Макарова Владимира Федоровича**, д-ра техн. наук, профессора, зам. заведующего кафедрой «Инновационные технологии машиностроения» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет». Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. Недостаточно обоснован выбор материала спирального сверла, он не вытекает из анализа литературы, приведенной в первой главе диссертации. 2. При исследовании крутящего момента и осевой силы соискателем предложена специальная конструкция заготовки, позволяющая

определить данные величины на различных кромках сверла за один проход инструмента. Этапы сверления целесообразно было разнести на разные заготовки, так как на различных участках сверления в предлагаемой заготовке условия тепловыделения, теплоотвода и стружкоотвода разные. И это может отразиться на величинах крутящего момента и осевой силы. 3. В качестве верхнего слоя двухслойного покрытия соискателем предложено трехэлементное покрытие на основе нитрида титана, алюминия и циркония, по которому в диссертации отсутствует информация, указывающая на идентичность свойств данного покрытия и покрытия на основе титана, алюминия и хрома. 4. Соискателем при оценке работоспособности спиральных сверл использовалась одна марка обрабатываемого материала, что не позволяет в полной мере судить о области использования разработанных покрытий. Следовало бы расширить номенклатуру материала заготовок, выбрав их из различных групп обрабатываемости. 5. Каталоги фирм производителей режущего инструмента предлагают для осевого режущего инструмента как однослойные многокомпонентные покрытия типа TiAlSiN, так и двухслойные покрытия, например, AlTiSiN-AlCrSiN. Для полной оценки эффективности предлагаемых соискателем двухслойных покрытий, следовало бы сравнить их с иностранными аналогами.

3. Отзыв официального оппонента – **Мигранова Марса Шарифулловича**, д-ра техн. наук, доцента, профессора кафедры «Высокоэффективные технологии обработки» ФГБОУ ВО «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН». Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. В первой главе диссертации соискатель уделил большое внимание вопросам эффективности износостойких покрытий при механической обработке. В тоже время недостаточно полно проанализированы другие методы повышения работоспособности спиральных сверл. 2. При исследовании механических свойств износостойких покрытий соискатель использовал стандартные методики их оценки. В тоже время определение прочности адгезии покрытий с инструментальной основой по коэффициенту отслоения не позволяет корректно оценить данный параметр, особенно для покрытий многослойного типа. Кроме того, в гл. 2 отсутствует описание методики определения химического состава получаемых покрытий. 3. В последние годы при разработке износостойких покрытий большое внимание уделяется исследованиям по влиянию нанослойной структуры покрытий на механические свойства и работоспособность режущего инструмента. К сожалению, соискатель не исследовал данный вопрос, хотя, судя по компоновочным схемам установок для нанесения покрытий, предлагаемые им покрытия должны иметь подобную структуру. 4. Соискатель предлагает формирование многослойных покрытий для спиральных сверл проводить, используя принцип их построения для условий непрерывного резания, ссылаясь



на идентичность влияния покрытий на контактные характеристики процесса сверления и токарной обработки. С этим можно согласиться, но для окончательного ответа следовало бы провести более полные исследования контактных характеристик процесса сверления. 5. При оценке работоспособности спиральных сверл с разработанными покрытиями соискатель сравнивал их со сверлами без покрытия и с покрытием TiN. Более корректно было бы сравнивать их с однослойными покрытиями, состав которых совпадает с составом верхнего слоя двухслойных покрытий, т.е. с покрытиями TiAlCrN и TiAlZrN. 6. Для полной оценки эффективности предлагаемых двухслойных покрытий, желательно бы сравнить их с иностранными аналогами. Известны износостойкие покрытия, которые иностранные фирмы производители режущего инструмента предлагают для осевого инструмента, например, однослойные многокомпонентные покрытия типа TiAlSiN.

4. Отзыв из **ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»**, г. Иркутск, подписанный профессором кафедры «Материаловедения, сварки и аддитивных технологий», д-ром техн. наук, профессором Зайдесом Семеном Азиковичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. Оценивая работоспособность спиральных сверл при нанесении многослойных покрытий в работе не отражена роль технологической смазки. 2. Отсутствует обоснование выбора материалов и архитектуры многослойных покрытий, а также материала заготовки. Можно ли использовать предлагаемые покрытия для обработки, например, цветных металлов и композиционных материалов? 3. В автореферате не приведена научная идея для решения поставленной задачи, а также не отражена физическая сущность предлагаемого подхода для повышения стойкости спиральных сверл.

5. Отзыв из **ФГБОУ ВО «Комсомольск-на-Амуре государственный университет»**, г. Комсомольск-на-Амуре, подписанный профессором кафедры «Машиностроение», д-ром техн. наук, профессором Мокрицким Борисом Яковлевичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. В первом пункте научной новизны указано, что разработана методика. Считаю, что методика не может отражать научную новизну. Методика представляет собой практическую ценность. 2. Слабо обоснован выбор 2-х слойного покрытия и составы его слоёв. 3. Нет сведений о возможности (или невозможности) использования предлагаемого покрытия для обработки материалов другой группы обрабатываемости.

6. Отзыв из **ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет»**, г. Курган, подписанный профессором кафедры «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты», д-ром техн. наук, профессором Курдюковым Владимиром Ильичом. Отзыв положительный со следующими

замечаниями: 1. Не приведено объяснения причин некоторых результатов, полученных автором, а именно: - почему минимум интенсивности износа сверл приходится на долю толщины функционального слоя МП в 60-70%; - почему трехэлементное покрытие повышает теплонапряженность процесса сверления, но смещает изотермы с более высокими значениями температур от режущих кромок? - если изменение толщин функциональных слоёв не оказывает значимого влияния на физико-механические свойства МП, то почему снижается коэффициент отслоения  $K_o$ ? 2. Нет описания методики определения долей  $M_{кр}$  и  $P_o$ , приходящихся на конкретную режущую кромку сверла.

7. Отзыв из **ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет»**, г. Омск, подписанный профессором кафедры «Металлорежущие станки и инструменты», д-ром техн. наук, профессором Поповым Андреем Юрьевичем и канд. техн. наук доцентом кафедры «Металлорежущие станки и инструменты» Кисель Антоном Геннадьевичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. В автореферате представлены результаты испытаний влияния двухслойного покрытия TiAlN-TiAlZrN на период стойкости сверл, указано о предложенной архитектуре таких покрытий, однако не приводятся сведения об их влиянии на крутящий момент и осевую силу. 2. Не приводится погрешность расчётов по установленным математическим зависимостям. 3. Нет обоснования выбора материала обрабатываемой заготовки 30ХГСА. 4. Не указано в какой среде производилось исследование процесса сверления – с применением СОЖ или без. Если СОЖ не применялась, то почему.

8. Отзыв из **ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»**, г. Брянск, подписанный д-ром техн. наук, профессором кафедры «Инструментальное производство» Киричком Андреем Викторовичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. Известно, что на результаты расчётов МКЭ в пакете ANSYS большое влияние оказывает модель материала, описывающая его поведение под нагрузкой. Из автореферата не ясно, уточнялись ли с учетом полученных экспериментальных данных модель материала, для которой по умолчанию используются справочные данные. 2. Работа выиграла бы при наличии сравнения предложенных рекомендаций по применению многослойных покрытий на спиральных сверлах, с известными решениями по архитектуре многослойных покрытий на режущем инструменте.

9. Отзыв из **ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»**, г. Оренбург, подписанный д-ром техн. наук, профессором, заведующим кафедрой «Технология машиностроения, металлообрабатывающие станки и комплексы» Поляковым Александром Николаевичем и канд. техн. наук, доцентом кафедры «Технология машиностроения, металлообрабатывающие станки и комплексы» Гончаровым Антоном Николаевичем. Отзыв положительный со следующими

замечаниями: 1. Почему экспериментальные исследование параметров структуры и механических свойств проводились для однослойных покрытий TiN, TiAlN, TiAlCrN и на основе анализа результатов их исследования предложена архитектура TiAlN-TiAlZrN с включением циркония. 2. Почему при проведении экспериментальных исследований, опытно-промышленных испытаний и стойкостных испытаний сверл использовались различные режимы обработки (скорость резания и подача).

10. Отзыв из **ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»**, г. Тюмень, подписанный д-ром техн. наук, профессором, заведующим кафедрой «Станки и инструменты» Артамоновым Евгением Владимировичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. В автореферате не показаны конструктивные и геометрические параметры используемых в экспериментах сверл. 2. В автореферате не указаны инструментальные материалы спиральных сверл, подвергающиеся в дальнейшем нанесению износостойких покрытий. 3. Из автореферата не ясно, каким образом при проведении теплового расчёта в программной среде ANSYS учитывалось влияние покрытий на работоспособность сверл TiN, TiAlN, TiAlCrN.

11. Отзыв из **ФГБОУ ВО «Альметьевский государственный нефтяной институт»**, г. Альметьевск, подписанный д-ром техн. наук, доцентом, проректором по научной работе Реченко Денисом Сергеевичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. Целью работы является повышение работоспособности спиральных сверл путем разработки и применения МП, при этом из автореферата не ясно, что подразумевается под термином «работоспособность» и в чем состоит разработка МП. 2. В практической ценности п. 1 указано «Рекомендации по формированию архитектуры МП спиральных сверл, соотношению толщин слоев и общей толщины покрытий...», однако данные рекомендации в автореферате не представлены. 3. Остался не раскрытым вопрос марки твердого сплава сверла и марки обрабатываемого материала.

12. Отзыв из **ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»**, г. Пенза, подписанный д-ром техн. наук, доцентом, заведующим кафедрой «Технология и оборудование машиностроения» Зверовщиковым Александром Евгеньевичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. Из автореферата неясно, каким образом определялись такие исходные данные при численном моделировании, как теплопроводность и теплоёмкость для слоёв покрытий, переходных зон. 2. Распределение теплоточков в зоне резания во многом определяется кинематикой перемещения стружки, что не учитывалось при моделировании.

13. Отзыв из **ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет»**, г. Кемерово, подписанный д-ром техн. наук, профессором,

заведующим кафедрой «Металлорежущие станки и инструменты» Коротковым Александром Николаевичем. Отзыв положительный со следующим замечанием: 1. Вместе с тем следует отметить, что в автореферате нет сведений о том, как поступать со сверлами с многослойными покрытиями после их интенсивного изнашивания и как это связано с техническими и финансовыми аспектами дальнейшего применения таких инструментов.

14. Отзыв из **ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»**, г. Челябинск, подписанный д-ром техн. наук, доцентом, профессором кафедры «Технологии автоматизированного машиностроения» Ардашевым Дмитрием Валерьевичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. Судя по информации, приведенной в автореферате, все исследования выполнены автором для нормализованной стали 30ХГСА (HRC 30...32). Неясно, каким образом можно применить результаты исследований для других марок сталей. 2. Непонятно – для какого момента времени сверления выполнены измерения величин осевой силы и крутящего момента, приведенные в табл. 2 автореферата на с. 7. 3. Приведенные на рис. 6 графики зависимостей величины периода стойкости от скорости резания и подачи, а также математические модели, приведенные в таблице 6 на с. 15, справедливы для конкретного критерия стойкости. Информация об этом в автореферате отсутствует.

15. Отзыв из **ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»**, г. Волгоград, подписанный д-ром техн. наук, профессором, заведующим кафедрой «Технология машиностроения» Чигиринским Юлием Львовичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. Формулировки темы и цели исследования дословно совпадают, при этом цель сформулирована корректно, в соответствии с формулой специальности. Принято считать, что тема содержит ответ на условный вопрос: «ЧТО делаем?, чтобы обеспечить достижение цели»; цель – ответ на вопрос: «ЗАЧЕМ делаем? что хотим получить в результате?». 2. Из текста автореферата неясно, по каким критериям оценивалась достоверность и адекватность математических моделей и их совпадение с экспериментально полученными результатами: на графиках приведены либо только расчетные, либо только экспериментальные кривые, на экспериментальных кривых не показаны полосы погрешностей или доверительные интервалы.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации** обосновывается тем, что они являются ведущими специалистами в области механической обработки заготовок, исследований эффективности режущих инструментов на операциях механообработки, в том числе с износостойкими покрытиями, и разработки технологий нанесения износостойких покрытий,

имеют научные публикации по данному направлению в рецензируемых научных изданиях, обладают достаточной квалификацией, позволяющей оценить новизну представленных на защиту результатов, их научную и практическую значимость, обоснованность и достоверность полученных результатов и выводов. В ведущей организации и организациях, в которых осуществляют свою деятельность официальные оппоненты, выполнен значительный объем научных исследований, связанных с изучением процессов, рассматриваемых соискателем в диссертационной работе.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработана** методика расчета тепловых полей в режущих клиньях спирального сверла, учитывающая доли деформационно-силовой нагрузки, приходящиеся на главные и вспомогательные режущие и поперечную кромки;

**разработаны** новые архитектуры многослойных покрытий для повышения работоспособности спиральных сверл;

**предложены** пути повышения работоспособности спиральных сверл на основе применения разработанных конструкций многослойных покрытий и технологий их нанесения;

**доказана** эффективность применения разработанных многослойных покрытий для повышения работоспособности спиральных сверл;

новые понятия **не вводились**.

Теоретическая значимость исследований заключается в том, что:

**доказана** возможность использования разработанных многослойных износостойких покрытий для повышения работоспособности спиральных сверл;

**использован** комплекс существующих базовых методик, в том числе метод конечных элементов, для оценки теплового состояния спирального сверла, многофакторное планирование для получения регрессионных зависимостей периода стойкости от элементов режима резания;

**изложены** результаты численного моделирования теплового состояния спирального сверла, позволившего выявить влияние износостойких покрытий на процесс теплообразования на режущих, вспомогательных и поперечной кромках;

**раскрыты** закономерности влияния состава функциональных слоев многослойных покрытий на осевую силу, крутящий момент и работоспособность спиральных сверл;

**изучены** связи параметров структуры, механических свойств, конструкции многослойного покрытия с процессом изнашивания спиральных сверл;

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

**разработаны** новые конструкции многослойных покрытий, эффективность

которых **подтверждена** в производственных условиях АО «Ульяновский механический завод»; результаты исследований **внедрены** в учебный процесс подготовки магистров по направлению 15.04.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств;

**определены** перспективы практического использования полученных результатов диссертационного исследования для повышения работоспособности режущего инструмента и эффективности механической обработки;

**представлены** технологические режимы нанесения многослойных покрытий на рабочие поверхности спиральных сверл.

Оценка достоверности результатов исследований выявила:

**для экспериментальных работ** использованы современные измерительные средства, результаты получены на сертифицированном оборудовании, показана достаточная статистическая воспроизводимость результатов исследований, полученных в лабораторных и производственных условиях;

**теоретические исследования (теория)** построены на известных проверяемых теоретических и экспериментальных данных и согласуются с опубликованными экспериментальными данными других исследователей по тематике диссертации;

**идея** диссертационного исследования базируется на анализе практики резания материалов, использования и обобщения передового опыта российских и зарубежных ученых в области разработки технологий нанесения износостойких покрытий, исследования процессов резания инструментами с износостойкими покрытиями;

**использовано** сравнение данных, полученных автором, с данными полученными ранее другими авторами по тематике диссертации;

**установлено** качественное и количественное совпадение результатов, полученных автором, с результатами, представленными в научных работах по проблематике диссертации в независимых источниках периодической печати;

**использованы** современные методики сбора и обработки исходной информации, сравнение данных, полученных автором, с данными, полученными в ходе прямых экспериментов, других ученых, а также с производственными данными.

**Личный вклад соискателя состоит в:**

- включенном участии на всех этапах процесса, определении цели, задач, непосредственном участие в выполнении научных исследований, как теоретического, так и экспериментального характера, необходимых для решения поставленных задач и достижения цели диссертационной работы: разработка **методики расчета тепловых полей** в режущих клиньях спирального сверла, учитывающей доли деформационно-силовой нагрузки, приходящиеся на

различные кромки сверла, **экспериментальные исследования** влияния состава износостойких покрытий на параметры структуры, механические свойства покрытий, осевую силу и крутящий момент при сверлении, **численное моделирование** теплового состояния спиральных сверл, позволившее выявить влияние износостойких покрытий на процесс теплообразования на различных кромках сверла, разработка **конструкций** многослойных покрытий и технологических **режимов их нанесения**, **экспериментальные исследования** работоспособности спиральных сверл;

- личном участии в опытно-промышленной апробации результатов исследования;

- обработке и интерпретации экспериментальных данных;

- подготовке основных публикаций по выполненной работе.

**Результаты исследований рекомендуется использовать:**

**на предприятиях машиностроительной отрасли**, занимающихся механической обработкой заготовок из различных обрабатываемых материалов;

**проектно-конструкторских и научно-исследовательских институтах**, занимающихся разработкой технологий нанесения износостойких покрытий для режущего инструмента;

**в высших учебных заведениях** при подготовке бакалавров и магистров направления – «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи, логически построена, что подтверждается наличием плана исследований и основной идейной линии, взаимосвязью поставленных задач и полученных результатов, содержит новые научные результаты, свидетельствующие о личном вкладе автора диссертации в науку.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены научные результаты.

Диссертационный совет пришел к выводу, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая содержит решение актуальной задачи повышения работоспособности спиральных сверл путем разработки и применения многослойных износостойких покрытий, имеющей существенное значение для повышения конкурентоспособности продукции, выпускаемой машиностроительными предприятиями.

Работа соответствует критериям, установленным в разделе II Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства

