

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента на диссертационную работу Полтавца Валерия Васильевича «Теоретическое обоснование режимных параметров шлифования труднообрабатываемых сталей и сплавов на основе их оптимизации с учетом нестационарности процесса», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения

### **1. Актуальность темы диссертационной работы**

В настоящее время шлифовальные круги из сверхтвердых материалов (СТМ), среди которых наиболее распространенными являются алмаз и материалы на основе кубического нитрида бора (эльбор, кубонит, гексанит, боразон), нашли широкое применение при механической обработке многих видов труднообрабатываемых материалов.

Обработка практически всех труднообрабатываемых материалов кругами из СТМ характеризуется высокой интенсивностью и изменчивостью во времени параметров физико-механических, физико-химических и теплофизических процессов в зоне резания. Это приводит к непрерывному изменению состояния технологической системы шлифования и, соответственно, к непостоянству мгновенных значений показателей, характеризующих процесс функционирования данной системы. Такое изменение неизбежно находит отражение либо в снижении производительности процесса, либо в ухудшении показателей качества обработанной поверхности, либо в изменении состояния поверхностного слоя обработанной детали.

Основной задачей управления технологической системой шлифования является обеспечение нахождения значений управляемых параметров процесса обработки в пределах допустимой области в пространстве состояний. В связи с этим, обоснованным выглядит решение автора в качестве объекта управления выбрать режимные параметры, обладающие наибольшей степенью управляемости при практической реализации процесса обработки.

Диссертационная работа автора посвящена решению научно-технической проблемы разработки теоретической базы для назначения режимных параметров шлифования труднообрабатываемых сталей и сплавов с учётом нестационарности процесса обработки.

Предложенные в работе теоретические подходы и исследования основных закономерностей процесса абразивно-алмазной обработки направлены на выявление оптимальных режимов обработки, обеспечивающих повышение эффективности алмазного шлифования, выражающееся в снижении

трудоёмкости процесса обработки, уменьшении затрат на технологическую электроэнергию и уменьшении расхода дорогостоящих инструментальных материалов. Содержание работы направлено на решение важной хозяйственной проблемы повышения эффективности финишной обработки изделий из труднообрабатываемых сталей и сплавов, что обеспечивает получение существенного технико-экономического результата. Таким образом, представленная диссертационная работа направлена на решение актуальной и важной научной и практической задачи.

## **2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций**

Решение поставленных проблем потребовало от автора всестороннего углубленного изучения результатов предшествующих исследований и производственного опыта по тематике исследования. На основании этого сформулированы цель и задачи исследований.

Выдвинутые автором методологические положения соответствуют современным тенденциям совершенствования математического описания процессов абразивно-алмазной обработки и нахождения на этой основе оптимальных условий их реализации. Для всех поставленных в работе задач исследований приведены и обоснованы пути их решения, описаны исходные условия, накладываемые ограничения и принятые допущения, разработана последовательность решения задач, проведено решение и выполнен анализ полученных при решении результатов.

Выдвинутые положения основаны на большом количестве экспериментальных данных автора и других исследователей, по своей сути они представляют собой обобщение этих данных. Обоснованность выдвинутых положений и сформулированных выводов подтверждается как корректным использованием математического аппарата, так и адекватностью разработанных математических моделей, использование которых даёт результаты, не противоречащие результатам других исследователей.

## **3. Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций**

Достоверность выдвинутых автором диссертации научных положений, а также сформулированных выводов и рекомендаций подтверждается тем, что теоретические исследования базируются на основных фундаментальных положениях технологии машиностроения и теории абразивно-алмазной обработки, корректным использованием методов математического моделирования и математической статистики, а также отсутствием противоречий с данными, опубликованными в научно-технической литературе и сведениями о результатах их использования в условиях машиностроительных предприятий и проектных организаций.

Достоверность результатов экспериментальных исследований обеспечивается использованием подробно описанных в технической литературе методик измерений, а также оригинальных средств измерений и средств технологического оснащения, разработанных с участием автора с применением общепринятых в машиностроении конструкторских решений. Экспериментальные данные, использованные в работе, были математически обработаны с применением типовых отечественных методов математической статистики. Представленные автором диссертации описания экспериментальных материалов дают основание сделать заключение о достоверности полученных результатов.

Результаты выполненных исследований докладывались на большом количестве международных научно-технических конференций и семинаров, где получили одобрение ведущих научных работников и специалистов в области технологии машиностроения и процессов абразивно-алмазной обработки.

#### **4. Научная новизна диссертации**

Научная новизна диссертационной работы состоит в:

- разработке научных основ оптимизации режимных параметров шлифования труднообрабатываемых конструкционных и инструментальных сталей, твердых и титановых сплавов кругами из СТМ с учётом нестационарности процесса обработки на базе нового подхода, состоящего в использовании в оптимизационной модели обобщенных показателей процесса: текущей лимитированной режущей способности шлифовального круга и отношения скорости шлифовального круга к скорости обрабатываемой детали;
- определении относительного вклада процессов изнашивания зёрен и засаливания межзёрненного пространства в общее снижение режущей способности рабочей поверхности круга при шлифовании труднообрабатываемых конструкционных и инструментальных сталей;
- развитии теоретико-экспериментальной методики оптимизации режимов алмазно-абразивной обработки и математической модели формирования неровностей шлифованной поверхности;
- новом предложении об использовании принципа равенства энергий периодических и непрерывных электроэрозионных воздействий при определении оптимальной средней величины тока непрерывных электроэрозионных управляющих воздействий на рабочую поверхность шлифовального круга для поддержания его высоких режущих свойств;
- применении впервые при определении механических свойств материалов в процессе обработки резанием термомеханических коэффициентов, учитывающих отличие в скорости и степени деформации.

## 5. Практическая ценность полученных результатов для науки и техники

### **Теоретическая значимость работы.**

Разработаны научные основы определения режимных параметров процесса шлифования труднообрабатываемых конструкционных и инструментальных сталей, твердых и титановых сплавов кругами из СТМ с учётом нестационарности процесса обработки.

Обосновано применение в качестве количественной характеристики нестационарности процесса шлифования кругами из СТМ текущей лимитированной режущей способности шлифовального круга.

Обосновано использование для определения максимальной режущей способности РПК схемы врезного шлифования, при котором зерно инструментального материала совершает наибольшую полезную работу.

Определена функциональная зависимость удельной технологической себестоимости шлифования с периодическим управляющими ЭЭВ, представляющего собой чередование циклов «шлифование без ЭЭВ – шлифование с ЭЭВ», от параметров процесса обработки, которая может быть использована для многопараметрической оптимизации процесса шлифования по критерию минимальной удельной себестоимости обработки.

Определена зависимость текущей лимитированной режущей способности шлифовального круга и текущего расхода алмазов от времени обработки при шлифовании труднообрабатываемых ванадиевых инструментальных сталей, твердых сплавов группы ВК и двухфазных титановых сплавов со структурой ( $\alpha + \beta$ ) при различных способах обработки и управления режущей способностью шлифовальных кругов.

### **Практическая значимость** заключается в:

- разработанном автором алгоритме определения рациональных или оптимальных режимных параметров обработки при шлифовании труднообрабатываемых конструкционных и инструментальных сталей, твердых и титановых сплавов кругами из СТМ с учётом нестационарности процесса обработки;

- выбранных и обоснованных методиках определения усилий поджима заготовки к рабочей поверхности круга при обработке по схеме с фиксированной силой поджима по техническим ограничениям, налагаемым на режим резания температурой фазово-структурных превращений в поверхностном слое обработанной поверхности, температурой окисления алмазов и механической прочностью алмазных зерен;

- разработанной методике определения напряжений сдвига в условиях шлифования для конструкционных и инструментальных сталей, основанной на применении положений теории упругости и термомеханических коэффициентов;

– разработанных рекомендаций по выбору способов управления режущей способностью шлифовальных кругов, обеспечивающих минимальную удельную себестоимость плоского алмазного шлифования труднообрабатываемых ванадиевых инструментальных сталей, твердых сплавов группы ВК и двухфазных титановых сплавов со структурой ( $\alpha + \beta$ ) по схеме с фиксированной силой поджима заготовки к кругу;

– сформулированных технологических рекомендаций по назначению механических режимов обработки, электрических режимов непрерывных и периодических электроэрозионных управляющих воздействий при обработке указанных групп материалов.

Практическая ценность работы подтверждается патентной новизной разработанных с участием автора новых способов шлифования.

Сформулированные в диссертационной работе технологические рекомендации, разработанные методики и конструкции устройств внедрены на ряде промышленных предприятий и в проектных организациях.

#### **6. Полнота изложения в опубликованных трудах основных результатов диссертации и апробация. Язык и стиль диссертации**

Диссертационная работа Полтавца В.В. на тему «Теоретическое обоснование режимных параметров шлифования труднообрабатываемых сталей и сплавов на основе их оптимизации с учётом нестационарности процесса» по поставленным целям, задачам исследований и содержанию соответствует паспорту специальности 05.02.08 – Технология машиностроения, а именно пунктам 3, 4, 5, 7.

Диссертация включает введение, семь разделов, заключение, список использованных источников и приложения, содержащие программы для расчёта технических ограничений на режимы шлифования, описания патентов на новые способы шлифования и справки о внедрении результатов исследований. Материал изложен на 467 страницах, включая приложения, в том числе основной текст содержит 326 страниц.

Рукопись диссертационной работы построена в соответствии с принятой автором методологией исследований, характеризуется логической последовательностью и взаимосвязью разделов. Материалы исследований в работе изложены на хорошем литературном и высоком профессиональном уровне, с применением стандартизированной терминологии, подробными пояснениями и необходимыми иллюстрациями. Язык и стиль рукописи диссертации и автореферата характеризуются соблюдением стилистических и морфологических норм, присущих научным работам.

Автореферат диссертации с достаточной для понимания сути выполненных исследований подробностью отображает методологию исследований, основные научные положения выполненной работы, наиболее

значимые практические результаты и выводы. Содержание автореферата идентично соответствующим разделам диссертационной работы.

По теме диссертационной работы опубликовано 26 печатных работ, из них 1 монография; 20 статей в профессиональных рецензируемых изданиях; 2 статьи в материалах международных конференций; 3 патента Украины.

Перечень опубликованных работ и их содержание дают основания сделать заключение о полноте представления и доступности основных положений диссертации для научных работников и специалистов промышленности. Из анализа опубликованных работ следует, что положения диссертационной работы опубликованы лично автором в ведущих журналах отрасли.

Личный вклад автора заключается в разработке теоретических основ процесса шлифования, в определении оптимальных механических и электрических режимных параметров процесса, обеспечиваемых за счёт наиболее полного использования динамически изменяющихся режущих свойств рабочей поверхности круга в заданных условиях проведения обработки путём использования в качестве интегрального технического ограничения на режимы обработки текущей лимитированной режущей способности шлифовального круга, в постановке и проведении экспериментов, обработке, обобщении и анализе полученных результатов, подготовке публикаций по тематике работы и формулировке основных положений и выводов, выносимых на защиту.

## **7. Замечания по диссертационной работе**

При ознакомлении с текстом диссертации и ее авторефератом возникли некоторые замечания:

1. Из материалов работы не ясно, что на практике будет являться для станочника критерием полной потери режущей способности и начала электроэрозионной правки круга, а что – критерием полного обновления рабочей поверхности круга? И являются ли эти критерии одинаковыми для обработки всех исследуемых видов материалов?

2. Не ясно, почему при анализе и выборе способов правки алмазного круга для дальнейших исследований за критерий количественной оценки не был взят расход алмазов на рабочей поверхности алмазного круга при прочих равных условиях.

3. Как учитывалось и оценивалось влияние интенсивности процесса засаливания при исследовании формирования рабочей поверхности круга? Она будет отличаться при обработке разных групп материалов, так как будет отличаться и энергия адгезии материалов связки круга и заготовки.

4. Почему в качестве абразивного материала для обработки сталей выбран именно алмаз, хотя многие исследователи не рекомендуют его, в силу высокой химической активности по отношению к железу, предлагая взамен кубический нитрид бора, являющийся менее активным. И как учитывалось при

моделировании режущей части алмазного зерна, как основы формирования неровностей обработанной поверхности, увеличение радиуса округления единичного зерна вследствие той же химической активности по отношению к железу в составе сталей..

5. В рукописи диссертации наблюдается некоторое непостоянство терминов на протяжении всей работы. Так буквенное обозначение  $Q$  характеризует количество сошлифованного материала (стр. 84), производительность обработки (стр. 127), количество теплоты (стр. 157), режущую способность (стр. 192), а буквой  $T$  определяется длительность периода шлифования (стр. 15, 188), температура на обрабатываемой поверхности (стр. 118, 152, 281)..

6. Почему текущий расход алмазов  $M(\tau)$  и текущая режущая способность круга  $Q(\tau)$  описаны именно экспоненциальными функциями? Как оценивалась адекватность полученных в ходе исследований зависимостей?

7. В заключении диссертации (п. 4) указывается, что заданное качество обработанной поверхности обеспечивается из условия предотвращения фазово-структурных изменений в поверхностном слое обрабатываемого материала. Однако в работе не уделено должного внимания состоянию поверхностного слоя различных обрабатываемых материалов после разных методов обработки. Качество рассматривается только лишь с позиции обеспечения шероховатости обработанной поверхности, что не позволяет оценить его в полной мере.

8. К сожалению, в заключении диссертации отсутствуют численные практические рекомендации по рациональным электрическим и механическим режимам плоского шлифования труднообрабатываемых конструкционных и инструментальных сталей, твёрдых и титановых сплавов кругами из сверхтвёрдых материалов, ориентированные на промышленную реализацию технологии, что значительно усилило бы практическую ценность результатов.

Высказанные замечания не снижают достоинств работы в части основных теоретических и практических результатов.

## **8. Заключение по диссертационной работе**

Диссертационная работа Полтавца В.В. на тему «Теоретическое обоснование режимных параметров шлифования труднообрабатываемых сталей и сплавов на основе их оптимизации с учётом нестационарности процесса» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно на высоком научном уровне. В работе изложены результаты, которые следует квалифицировать как решение актуальной научно-технической проблемы, имеющей важное хозяйственное значение.

Диссертация содержит достаточно обоснованные научные положения, выводы и рекомендации. Наиболее важные результаты, полученные автором,

характеризуются научной новизной и представляют собой существенный вклад в теоретические основы технологии машиностроения.

Полученные автором теоретические и экспериментальные результаты хорошо согласованы, что говорит об их достоверности. Сформулированные выводы и заключения убедительны и обоснованы. Работа написана грамотно и оформлена с соблюдением всех необходимых требований и ГОСТов.

По актуальности, научной новизне, теоретическому и практическому значению и объему полученных результатов диссертационная работа отвечает требованиям пункта 2.1 «Положения о присуждении учёных степеней», а ее автор – Полтавец Валерий Васильевич – заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения.

Официальный оппонент:

Заведующий кафедрой «Технология машиностроения»  
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет  
имени И.Н. Ульянова», доктор технических наук  
(специальность 05.02.07 – Технология и оборудование  
механической и физико-технической обработки), доцент



*Лобанов*

Лобанов Дмитрий Владимирович

*Согласен на автоматизированную обработку  
персональных данных*

*Лобанов*

Д.В. Лобанов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»

Адрес: 428015, РФ, Приволжский федеральный округ, Чувашская Республика, г. Чебоксары,  
пр-т Московский, д. 15.

Тел.: +7 (908) 303-47-45.

E-mail: [lobanovdv@list.ru](mailto:lobanovdv@list.ru)

Полное имя \_\_\_\_\_  
заверено \_\_\_\_\_  
Подпись отдела делопроизводства  
ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова»  
\_\_\_\_\_ И.А. Гордеева  
\_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.