

В объединенный диссертационный совет
99.2.001.02 на базе ФГБОУ ВО «УлГТУ»,
432027, ГСП, г. Ульяновск, ул. Северный
Венец, д. 32 и ФГБОУ ВО «ТГУ», 445667,
ГСП, г. Тольятти, ул. Белорусская, д. 14

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Каменова Рената Уахитовича «Повышение качества изделий из керамических материалов путем применения высокоскоростного шлифования», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»

1. Актуальность темы диссертационной работы

Современное развитие техники ориентировано на использование высокопрочных материалов, в том числе керамики. Материалы данного класса являются труднообрабатываемыми из-за высокой склонности к трещинообразованию, поэтому стремятся спеканием создавать детали близкие к конечным размерам и форме, минимизируя или исключая последующую механическую обработку. Несмотря на интенсивное развитие новых технологий обработки основанных на применении различных физико-химических процессов и их сочетаний, обработка шлифованием остается основным методом формообразования на всех этапах технологического процесса изготовления изделий из керамических материалов. Однако данный метод обработки имеет свои недостатки, которые не позволяют достигать требуемых параметров качества обработанной поверхности ответственных изделий, выполненных из керамических материалов. Требуемые параметры качества, как правило, обеспечиваются путем применения доводочных и полировальных операций, которые значительно повышают трудоемкость изготовления и стоимость изделий из керамических материалов. В связи с этим, актуальность темы диссертационной работы Каменова Рената Уахитовича не вызывает сомнений.

2. Структура и основное содержание диссертации

Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, содержащего 99 наименований, четырех приложений, объем работы составляет 144 страницы машинописного текста, 62 рисунка и 12 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, ее научная новизна и практическая полезность, представлены основные положения, выносимые автором на защиту.

Первая глава посвящена подробному анализу литературных источников по теме диссертации. Доказано, что причины появления трещин при окончательной обработке керамических материалов закладываются еще на этапе их предварительной обработки. Доказано, что повышение скорости шлифования снижает вероятность появления дефектов и позволяет гарантировать низкую шероховатость обработанной поверхности. Тем не менее, практические рекомендации обеспечения требуемого качества обработанной поверхности керамических материалов методом высокоскоростного шлифования в литературе весьма ограничены. На основании представленного анализа определены цель и задачи исследования.

Во второй главе описано технологическое оборудование, позволяющее производить обработку керамических материалов высокоскоростным способом шлифования при скоростях резания до 300 м/с. Разработана конструкция абразивного инструмента с прерывистой рабочей поверхностью, обеспечивающая шлифование на сверхвысоких скоростях резания и методика статической и динамической балансировки абразивного инструмента.

Третья глава посвящена моделированию процесса формирования микрогеометрии обработанной поверхности. Выполнен подробный анализ современного программного обеспечения для САЕ расчетов. Доказана неэффективность использования метода конечных элементов при решении задач трещинообразования в керамических материалах. Выбраны и подробно проанализированы эффективные подходы для прогнозирования формирования трещин и профиля формируемой поверхности в зависимости от скорости резания. Доказано, что при скорости 300 м/с достигаются

наилучшие результаты получения минимальной шероховатости обработанной поверхности, что обусловлено изменением механизма разрушения обрабатываемой поверхности КМ с интеркристаллитного на транскристаллитный.

В четвертой главе приведены экспериментальные результаты по исследованию высокоскоростного шлифования керамических материалов. Автор экспериментально доказывает теоретические положения и результаты моделирования, изложенные в главе 3. С использованием методики планирования экспериментов, статистических методов анализа результатов подтверждена адекватность полученной эмпирической зависимости шероховатости обработанной поверхности от параметров режима резания и зернистости инструмента. Тем самым экспериментально подтверждена высказанная в предыдущей главе 3 гипотеза об изменении механизма разрушения обрабатываемой поверхности КМ с интеркристаллитного на транскристаллитный. Даны практические рекомендации по обработке керамических материалов.

Общие выводы по работе соответствуют цели и задачам исследований, теоретически и экспериментально обосновывают заявленные научную новизну и практическую значимость работы.

Материалы диссертации изложены последовательно и грамотно, факты и предложения аргументированы, оформление в целом качественное. Основные положения диссертации опубликованы в 11 печатных работах, в том числе в 4 научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 4 работы опубликованы в журналах, входящих в базы цитирования Scopus и Web of Science, получен один патент РФ на полезную модель.

Автореферат в основном изложен правильно, достаточно полно и объективно отражает содержание диссертации.

3. Научная новизна диссертационной работы состоит в следующем:

1. Развита представления о характере разрушения КМ в процессе абразивной обработке с увеличением скорости шлифования от интеркристаллитного к транскристаллитному.

2. В результате численного моделирования процесса микроцарапания поверхности обрабатываемого КМ единичным алмазным зерном в программном комплексе LS-DYNA подтверждена рабочая гипотеза об изменении механизма разрушения КМ с интеркристаллитного на транскристаллитный с увеличением скорости резания от 30 до 300 м/с; глубина залегания напряжений снижается в 2,5 раза, угол направления трещины с 37° до значения близкого к нулевому.

3. В результате численного моделирования профиля обработанной поверхности с последующим расчетом параметров шероховатости установлено, что с увеличением скорости шлифования в 10 раз с 30 до 300 м/с параметр шероховатости Ra снижается в 3 раза.

4. На основе метода полного факторного эксперимента установлена эмпирическая зависимость шероховатости обработанной поверхности от режимов обработки (скоростей шлифования и продольной подачи стола, глубины шлифования) и зернистости шлифовального круга при высокоскоростном шлифовании. Определены рациональные условия шлифования КМ, обеспечивающие $Ra < 0,1$ мкм с минимальными дефектами (микрорунки и микротрещины).

5. Обоснованность сделанных выводов подтверждена опытно-промышленными испытаниями на предприятии АО «ОДК-АВИАДВИГАТЕЛЬ» (г. Пермь) при шлифовании изделий из композитов с керамической матрицей, армированных нитевидными кристаллами (керамокомпозит SiC-SiC).

4. Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость работы. Результаты, представленные в диссертационной работе, расширяют научные представления в области механики разрушения зернистого композиционного материала. Установлено, что с увеличением скорости шлифования от 30 до 300 м/с интеркристаллитный механизм разрушения композиционного материала постепенно переходит к транскристаллитному (внутризерновому).

Практическая значимость работы.

1. Разработана конструкция шлифовального круга, позволяющего реализовать способ высокоскоростного шлифования.

2. Модернизирован технологический комплекс для высокоскоростного шлифования изделий из КМ со скоростями до 300 м/с за счет установки специально спроектированного и изготовленного скоростного шпинделя, генератора масляного тумана, системы охлаждения и устройства очистки сжатого воздуха.

3. На основе проведенных экспериментов по шлифованию КМ марки ВК94-1 и керамокомпозита SiC-SiC разработаны технологические рекомендации, обеспечивающие заданные требования к качеству обработанной поверхности.

5. Обоснованность и достоверность 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.

Обоснованность выдвинутых автором диссертации научных положений, а также сформулированных выводов и рекомендаций состоит в том, что теоретические исследования базируются на основных фундаментальных положениях теории резания, напряженно-деформированного состояния материалов, теории вероятности и математической статистики, технологии шлифования. Полученные результаты не противоречат данным ранее проведенных исследований. Представленные автором диссертации описания экспериментальных материалов позволяют сделать заключение о достоверности полученных результатов.

6. Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Основные положения диссертационной работы с достаточной полнотой отражены в автореферате. Автореферат дает возможность судить о целях и

задачах исследования, отражает структуру и сущность диссертации, научные результаты и выводы, содержит научные положения, изложенные в диссертации.

7. Недостатки и замечания по диссертационной работе

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

1. Соискатель исследует влияние режимов шлифования и характеристики абразивного инструмента на качество обработанной поверхности. По форме рабочей поверхности инструмент, используемый в работе, относится к сегментным шлифовальным кругам. Сегментами являются цилиндрические алмазные головки, закрепленные на наружной или торцовой поверхности базовой части инструмента. Важнейшими характеристиками сегментного абразивного инструмента, кроме основных параметров характеристики алмазной головки, к числу которых относится и концентрация алмазных зерен, не указанная в диссертации, количество сегментов и расстояние между ними. Тем не менее, влияние последних трех параметров работе не рассмотрено.

2. При описании методики способов механической обработки изделий из КМ дана ссылка на Приложение А, где коэффициент шлифования определен, как частное от деления объема изношенной части абразивного слоя на объем снятого обрабатываемого материала (формула П1), что не является коэффициентом шлифования.

3. При моделировании процесса микрорезания вершиной единичного зерна форма вершины представлена в виде конуса (рис. 3.3), что широко используется в теории шлифования, угол конуса принят равным 60° . Без внимания остается радиус округления вершины конуса, оказывающий существенное влияние на процесс контактного взаимодействия. Тем не менее, на рис. 3.3 вершина конуса округление имеет.

4. В таблице 4.2 и формуле 4.14 параметр a имеет два названия: зернистость абразивного материала в мкм (табл. 4.2); размер абразивного зерна (формула 4.14). Что означает параметр a ?

5. На с. 6-8, 56, 61, 63, 90, 94, в заключении (с. 113) выводах диссертации транскристаллитный механизм разрушения назван интеркристаллитным и наоборот. Такие же несоответствия допущены в автореферате, в том числе, в выводах.

Приведенные замечания не снижают научной новизны, практической ценности полученных результатов и общей положительной оценки диссертационной работы.

8. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней

В целом диссертационная работа Каменова Рената Уахитовича является научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной задачи повышения качества изделий из керамических материалов путем применения высокоскоростного шлифования.

Работа выполнена на высоком научно-техническом уровне, имеет научную ценность и практическую полезность. Степень апробации результатов работы достаточная. Основные результаты диссертационной работы отражены в 11 публикациях, из них 5 опубликованы в журналах, входящих в перечень ВАК, 4 опубликованы в журналах, входящих в базы цитирования Scopus и Web of Science, получен 1 патент РФ на полезную модель. Основные научные результаты работы докладывались на международных и всероссийских научно-технических конференциях. Материалы диссертации переданы для внедрения на предприятия.

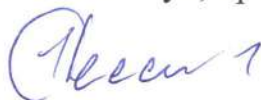
Содержание диссертации, её тема и задачи соответствуют заявленной специальности 2.5.5 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки». Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Диссертация работа по актуальности, научно-техническому уровню, степени обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверности и новизне, значению для теории и практики соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (пп. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013

г. № 842). Автор работы Каменов Ренат Уахитович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки».

Официальный оппонент:

заведующий кафедрой «Технология и оборудование машиностроительных производств» Волжского политехнического института (филиала) ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», доктор технических наук, профессор



Носенко Владимир Андреевич

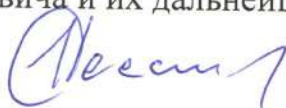
«09» 12 2022 г.

Сведение об официальном оппоненте Носенко Владимире Андреевиче:
Шифр специальности, по которой защищена диссертация: 05.03.01-
Процессы механической и физико-технической обработки, станки и инструмент.

Почтовый адрес: Российская Федерация, 404121, г. Волжский,
Волгоградская обл., ул. Энгельса, 42 а. Тел. +79044033174,

E-mail: vladim.nosenko2014@yandex.ru

Я, Носенко Владимир Андреевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Каменова Рената Уахитовича и их дальнейшую обработку.



Носенко Владимир Андреевич

«09» 12 2022 г.

Подпись заведующего кафедрой «Технология и оборудование машиностроительных производств» Волжского политехнического института (филиал) ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», д.т.н., профессора Носенко Владимира Андреевича заверяю:



Подпись Носенко В.А.
УДОСТОВЕРЯЮ
Канцелярия Салункова Л.В.