

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»

Актуальность темы диссертационной работы

Получение требуемых параметров качества обработанных поверхностей изделий из керамических материалов (КМ), применяемых в различных отраслях промышленности, связано с решением множества проблем. Применяемые финишные операции шлифования и доводки изделий из таких материалов накладывают недопустимые остаточные напряжения, которые приводят к образованию дефектов на обработанной поверхности, что, как следствие, приводит к снижению срока службы изделий из КМ. В связи с этим возникает потребность в исследовании новых способов обработки КМ, в том числе высокоскоростного шлифования, позволяющего обеспечить требуемые параметры обработки.

Работа Каменова Р.У. посвящена повышению качества изделий из КМ путем применения высокоскоростного шлифования.

Традиционные технологии обработки зачастую не позволяют получать высокие качественные параметры обработанной поверхности и, как следствие, не гарантируют качество и надежность работы изделий из КМ. Автор предлагает перспективный путь достижения поставленной цели переход на высокоскоростное шлифование, которое позволяет, используя традиционные схемы формообразования, получать качественно новый

результат за счет изменения механизма разрушения хрупкого гетерогенного КМ с транскристаллитного на интеркристаллитный.

Предложенные в работе теоретические подходы и исследования основных закономерностей процесса высокоскоростного шлифования, направленные на достижение поставленной цели, весьма перспективны и являются важным научным достижением в технологии машиностроения, поскольку повышение скорости шлифования до нескольких сотен метров в секунду связано с изменением процессов при шлифовальной обработке, решением сложных конструкторских и технических задач. Таким образом, представленная диссертационная работа направлена на решение актуальной и важной научной и практической задачи.

Структура и основное содержание диссертации

Диссертационная работа Каменова Р.У. на тему: «Повышение качества изделий из керамических материалов путем применения высокоскоростного шлифования» по поставленным целям, задачам исследований и содержанию полностью соответствует паспорту специальности 2.5.5 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки». Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и приложений.

Во введении обосновывается актуальность работы и представлена общая характеристика диссертации. Сформулированы цель, задачи исследования, научная новизна и практическая ценность работы.

В первой главе проведен анализ особенностей механической обработки деталей из КМ. Также проведен анализ теоретических и практических результатов работ, посвященных вопросам шлифовальной обработки изделий из КМ. Показано, что повышение скорости резания при шлифовании положительно сказывается на качестве обработанной поверхности, однако данные для высокоскоростного шлифования изделий из КМ со скоростями резания свыше 120-150 м/с в литературе практически отсутствуют.

Во второй главе представлено разработанное оборудование позволяющее производить обработку КМ высокоскоростным способом

шлифования на скорости резания до 300 м/с. Проведены исследования по балансировке разработанной конструкции шлифовального круга.

В третьей главе представлены результаты моделирования процесса разрушения хрупкого гетерогенного КМ методами перидинамики, сглаженных частиц и дискретных элементов. На основе моделирования выдвинута гипотеза об изменении механизма разрушения КМ с транскристаллитного на интеркристаллитный с повышением скорости резания и перехода на высокоскоростное шлифование.

В четвертой главе представлены результаты экспериментальных исследований, подтверждающих результаты моделирования, полученные в главе 3. Даны практические рекомендации по использованию на производстве предлагаемого способа высокоскоростного шлифования для обеспечения требуемых параметров качества и повышения производительности обработки при изготовлении изделий из КМ.

В заключении сформулированы основные выводы и результаты диссертационной работы.

Материал изложен на 144 страницах, включая приложения и содержит 62 рисунка и 12 таблиц. По теме диссертационной работы опубликовано 11 печатных работы, из них 5 научных статей в журналах из перечня ВАК, 4 статьи в базе цитирования *Web of Science* и *Scopus*, 1 патент РФ на полезную модель.

Личный вклад автора заключается в разработке и техническом усовершенствовании экспериментального оборудования, моделировании процесса алмазного шлифования КМ единичным зерном, планировании, постановке и проведении экспериментов, обработке, обобщении и анализе полученных результатов. Автором сформулированы основные положения и выводы, выносимые на защиту. Совместно с руководителем подготовлены публикации по тематике данной работы.

Из анализа опубликованных работ следует, что положения диссертационной работы опубликованы лично автором в ведущих журналах, рекомендованных ВАК РФ.

Научная новизна диссертационной работы состоит в следующем:

1. Развита представления о характере разрушения КМ и перехода его с транскристаллитного на интеркристаллитный при повышении скорости шлифования;

2. Получены результаты численного моделирования роста трещин, характера разрушения КМ и шероховатости обработанной поверхности, позволившие выявить связь скорости шлифования с механизмом разрушения КМ и качеством обработанной поверхности;

3. Результаты экспериментальных исследований качества обработанной поверхности (шероховатость поверхности, наличие микротрещин и микролунок) КМ при высокоскоростном шлифовании;

4. Предложена эмпирическая зависимость шероховатости обработанной поверхности КМ от режимов резания и зернистости шлифовального круга.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость работы. Результаты, представленные в диссертационной работе, расширяют научные представления в области механики разрушения зернистого материала. Установлено влияние скорости резания на переход с транскристаллитного к интеркристаллитному разрушению КМ.

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 шлифования 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 BK94-1 и керамокомпозита $SiC-SiC$ сформулированы технологические рекомендации для их эффективной обработки.

Обоснованность и достоверность научных положений выводов и рекомендаций

Обоснованность и достоверность результатов, представленных в диссертационной работе, подтверждается использованием современных подходов в теоретическом и экспериментальном исследовании, применением статических методов обработки экспериментальных данных, контролируемостью условий проведения эксперимента и хорошей воспроизводимостью результатов. Полученные данные вполне согласуются с литературными данными. Результаты работы апробированы на конференциях различного уровня.

Соответствие содержания диссертации паспорту научной специальности

По содержанию, методам исследования, новизне, практической значимости, защищаемым положениям и выводам диссертация Каменова Р.У. «Повышение качества изделий из керамических материалов путем применения высокоскоростного шлифования» соответствует пунктам 2, 3, 6, 7 паспорта специальности 2.5.5 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки». Автореферат соответствует основному содержанию работы.

Недостатки и замечания по диссертационной работе

1. Некорректно сформулированы задачи исследования. Так, например, п 2. начинается со слов «разработать технологическую систему». Что это означает? Технологическая система уже существует, речь идет не о разработке технологической системы, а о предложении на ее основе новых технологических решений. Поэтому, предлагаю данную задачу изложить следующим образом:

«На основе анализа технологической операции высокоскоростного шлифования, разработать технологические решения, позволяющие обеспечить качество поверхности изделий из керамических изделий».

2. В диссертации отсутствуют такие понятия как «износ» и «стойкость» шлифовального круга. Непонятно, какая стойкость разработанного круга при предлагаемых режимах обработки.

3. На стр. 46 диссертации указано, что «конструкции шлифовальных кругов проектировались, рассчитывались и **испытывались**». Желательно привести фото изготовленного круга, который испытывался.

4. При моделировании алмазного шлифования единичным зерном методом DEM использовался материал *MAT_JOHNSON_COOK. Чем обусловлен выбор данной модели материала? Указанная модель применяется для исследования поведения пластичных материалов, как правило металлов. Для моделирования хрупких материалов, к которым относится керамика, в LS_DYNA есть модель *MAT_JOHNSON_HOLMQUIST.

5. В диссертации указано, что температурные факторы не учитываются по причине того, что при высокоскоростном шлифовании температура находится в диапазоне 200-800°C и не приводит к размягчению керамики. Однако, указанные температуры могут оказать существенное влияние на бакелитовую связку. Считаю, что данный вопрос необходимо было исследовать.

6. В тексте диссертации часто встречаются фразы «предварительные эксперименты подтвердили». Однако, в работе отсутствуют ссылки на результаты данных экспериментов.

7. Отсутствуют исследования влияния на вибрационные характеристики процесса режимов резания и характеристик шлифовального круга.

8. Не ясно, что автор понимает под «рациональными режимами обработки» и что является критерием рациональности. Существуют критерии оптимизации и оптимальные режимы в рамках выбранного критерия оптимизации и технологических ограничений.

9. В 3 главе автор рассматривает механизм разрушения и моделирование процесса резания единичным абразивным зерном. В действительности зерна инструмента распределяются в круге неравномерно по его глубине. При работе часть зерен снимает материал, часть попадает «в

след» впереди идущего зерна, часть срезает только гребни шероховатости. При этом ряд зерен изнашивается, часть выкрашивается, количество зерен не остается постоянным и изменяется с течением времени. Автор не учитывает эти явления при моделировании, что может привести к достаточно большим погрешностям в расчетах.

10. Эмпирические модели, полученные в работе, не учитывают фактор времени, поэтому не могут быть применены для расчетов в течении всего периода стойкости шлифовального круга.

11. В качестве пожелания хотелось бы увидеть фотографии реального оборудования, на котором проводились исследования, а также развернутые профилограммы исследуемых образцов.

12. Не сформулированы четкие рекомендации по практическому применению результатов диссертационной работы на промышленных предприятиях.

Отмеченные замечания не снижают научной и практической ценности диссертационной работы.

Заключение

Диссертация является законченной научной квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно на высоком научном уровне. В работе изложены результаты, которые следует квалифицировать как решение научной задачи повышения качества изделий из керамических материалов путем применения высокоскоростного шлифования, внедрение которых имеет существенное значение для развития страны.

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, практическому значению и объему полученных результатов диссертационная работа Каменова Рената Уахитовича 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), а её автор 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:

Доцент кафедры «Технология машиностроения» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», кандидат технических наук, доцент

(специальность – 05.03.01 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки)

Рощупкин Станислав Иванович

« 7 » 12 20 22 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет»

Адрес: 299007, г. Севастополь, ул. Гоголя, д. 14.

Телефон: +7 978 704-03-95.

E-mail: siroshchupkin@sevsu.ru

Подпись кандидата технических наук, доцента С.И. Рощупкина заверяю:

Первый проректор

Д.В. Яргин

