

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 26.12.2022 № 75

О присуждении Каменову Ренату Уахитовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение качества изделий из керамических материалов путем применения высокоскоростного шлифования», по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки, принята к защите 25.10.2022 г., протокол №74, объединенным диссертационным советом 99.2.001.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения (ФГБОУ) высшего образования (ВО) «Ульяновский государственный технический университет», ФГБОУВО «Тольяттинский государственный университет», Министерства науки и высшего образования РФ, по адресу 432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32, действующим на основе приказов №123/нк от 17.02.2015 г., № 561 от 03.06.2021 и № 859/нк от 12.07.2022 г.

Соискатель Каменов Ренат Уахитович, 1994 года рождения, в 2016 г. окончил ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет» (ОмГТУ) с присуждением квалификации бакалавр по специальности «Металлорежущие станки и инструменты». В 2018 году окончил ОмГТУ с присуждением квалификации магистр по направлению подготовки «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных

производств». В октябре 2019 года зачислен в очную аспирантуру ОмГТУ по специальности 05.02.08 «Технология машиностроения», где и обучается по настоящее время. Работает ведущим инженером научно-исследовательского отдела ГБОУ ВО «Альметьевский государственный нефтяной институт».

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

Научный руководитель – д-р техн. наук, доцент **Реченко Денис Сергеевич**, проректор по научной работе Государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования (ГБОУ ВО) «Альметьевский государственный нефтяной институт».

Официальные оппоненты:

Носенко Владимир Андреевич – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология и оборудование машиностроительных производств» Волжского политехнического института (филиала) ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»;

Рощупкин Станислав Иванович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Технология машиностроения» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», дали свои положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»**, г. Челябинск, в своем положительном заключении, рассмотренном на заседании кафедры технологии автоматизированного машиностроения ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», подписанном д-ром техн. наук, профессором В.И. Гузеевым, д-ром техн. наук, доцентом Д.В. Ардашевым и утвержденном первым проректором - проректором по научной работе д-ром техн. наук, доцентом А.В. Коржовым, указала, что диссертация Каменова Рената Уахитовича является законченным научным

исследованием. В ней решена важная научно-техническая задача по доказательству возможности и обоснованию целесообразности применения высокоскоростного шлифования для обработки изделий из керамических материалов. Результаты исследований вносят вклад в решении задачи повышения качества изделий из керамических материалов путем применения высокоскоростного шлифования. 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 пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Каменов Ренат Уахитович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Соискатель имеет 11 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 5 статей в изданиях из перечня ВАК, 4 статьи в изданиях из базы цитирования Scopus и WebofScience и 1 патент РФ на полезную модель. Работы посвящены теоретическим и экспериментальным исследованиям высокоскоростного шлифования изделий из керамических материалов, оценке влияния режимов резания на параметры качества обработанной поверхности, вопросам балансировки технологической системы и др. Авторский вклад составляет 2,5 п.л. машинописного текста, в общем объеме научных изданий – 4,94 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 и WebofScience, материалах научных конференций. Наиболее значимые научные работы соискателя, из числа опубликованных в рецензируемых

научных изданиях:

1. Каменов, Р. У. Моделирование роста трещины при сверхскоростном шлифовании керамических материалов методом перидинамики / Р. У. Каменов // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка металлов давлением. – 2022. – № 7. – С. 29–34.

2. Каменов, Р. У. Влияние возникающих в технологической системе вибраций на качество обработки при высокоскоростном шлифовании / Р. У. Каменов, Д. С. Реченко // Вестник МГТУ Станкин. – 2020. – № 4 (55). – С. 118–121.

3. Реченко, Д. С. Влияние остроты режущего инструмента на обработку стали 07X16H4Б / Д. С. Реченко, Р. У. Каменов, Д. Г. Балова, А. К. Аубакирова, И. К. Черных // Омский научный вестник. – 2019. – №6 (168). – С. 10–14.

4. Титов, Ю.В. Влияние технологических режимов получения поверхностей, близких к ювенильным, и ультрадисперсных порошков высокоскоростной обработкой в криогенной среде / Ю.В. Титов, Р.У. Каменов, Д.Ю. Белан, А.И. Зинкин // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). – 2018. – Т. 20, № 3. – С. 58–71. – doi: 10.17212/1994-6309-2018-20.3-58-71.

5. Титов, Ю.В. Классификация абразивного инструмента для получения ультрадисперсного порошка высокоскоростным методом / Ю. В. Титов, Д. С. Реченко, К. К. Госина, Р. У. Каменов, А. Ю. Попов // Омский научный вестник. Серия: Приборы, машины и технологии. – 2015. – №1 (137). – С. 89–92.

6. Попов, А. Ю. Патент № RU 193951 U1 Российская Федерация, МПК В24D 5/06 (2006.01) В24В 5/16 (2006.01) В24В 5/36 (2006.01). Шлифовальный круг для высокоскоростной обработки : № 2019126903 : заявл. 27.08.2019 :опубл. 21.11.2019 / А. Ю. Попов, Д. С. Реченко, Ю. В. Титов, Р. У. Каменов, Д. Г. Балова. – 8 с. : ил.

7. Rechenko D. S., Kamenov R. U. Study of the machining quality of CMC

ceramic composite during high-speed grinding // Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2021. – Т. 1901. – №. 1. – С. 012095.

8. Rechenko D. S., Kamenov R. U. Development and Power Calculation of a Grinding Wheel Design for Ultra-High-Speed Grinding // EPJ Web of Conferences. – EDP Sciences, 2021. – Т. 248. – С. 04008.

9. Y.V. Titov Studying the structural-phase substance of solid and powder brass samples by X-ray diffractometry / Titov Y.V., Rechenko D.S., Kamenov R.U., Vyborov S.S., Belan Yu.D. // Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2019. – Т. 1260. – №. 1. – С. 062024.

10. Y.V. Titov The Influence of Technological Modes of Forming the Surface, Close to Juvenile and Ultrafine Powders with a High-Speed Method in a Cryogenic Environment / Y.V. Titov, R.U. Kamenov, D.Y. Belan, A.I. Zinkin // Metal Working & Material Science. – 2018. – Vol. 20. – № 3. – pp. 58 – 71.

11. Каменов, Р. У. Влияние скорости шлифования на качество обработки высокотвердой керамики / Р. У. Каменов // Молодежь, наука, творчество – 2020. Материалы XVIII Всерос. н.-п. конференции студентов и аспирантов. – Омск, 2020. – С. 520-524.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Отзыв ведущей организации – **ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»** подписанный д-ром техн. наук, профессором В.И. Гузеевым, д-ром техн. наук, доцентом Д.В. Ардашевым и утвержденный первым проректором - проректором по научной работе д-ром техн. наук, доцентом А.В. Коржовым. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. Из работы неясно – для какой схемы шлифования выполнено моделирование и проведены экспериментальные исследования? При проектировании какого вида шлифования можно применять разработанные автором рекомендации? 2. В работе не учитывается износ рабочих зерен шлифовального круга. А этот фактор существенно влияет на работоспособность инструмента и обеспечение требуемого качества обработки. 3. В работе используются рабочие зерна

конкретной фракции, круги на бакелитовой связке. Это существенно сужает область применения полученных автором рекомендаций. Неясно – каким образом можно распространить полученные результаты на другие зернистости и связки. И можно ли в принципе? 4. Также неясно, для всех ли керамических материалов справедливы сделанные автором выводы и получены результаты. Если да, то это следовало указать в работе.

2. Отзыв официального оппонента – **Носенко Владимира Андреевича**, д-ра техн. наук, профессора, заведующего кафедрой «Технология и оборудование машиностроительных производств» Волжского политехнического института (филиала) ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет». Отзыв положительный со следующими замечаниями: 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 круга, кроме основных параметров характеристики сегмента, являются концентрация алмазных зерен, количество сегментов и расстояние между ними. Тем не менее, влияние последних трех параметров в 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.

3. Отзыв официального оппонента – **Рощупкина Станислава Ивановича**, канд. техн. наук, доцента, доцента кафедры «Технология машиностроения» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет». Отзыв положительный со следующими замечаниями: 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°С 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.

4. 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. При обработке шлифованием возникают значительные тепловыделения, однако в работе отсутствуют исследования на эту тему. 2. Остался нераскрытым вопрос, из каких соображений в качестве шлифовального инструмента назначена марка АСН зернистостью 40/28 и 20/14.

5. Отзыв из **ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»,** г. Иркутск, подписанный профессором кафедры «Материаловедение, сварка и аддитивные технологии», д-ром техн. наук, профессором Зайдесом Семеном Азиковичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. На рис. 4 автореферата приведена плотно упакованная структура материала. К сожалению, отсутствие структуры реального материала не позволяет оценить предложенную модель разрушения материала. 2. Некоторые эксперименты выполнены на органическом стекле, структура которого отличается от композита, поэтому достоверность напряженного состояния вызывает некоторые сомнения. 3. В работе не указан тип напряжений, которые исследовал автор.

6. Отзыв из **ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»,** г. Санкт-Петербург, подписанный доцентом высшей школы машиностроения, канд. техн. наук Шабалиным Дмитрием Николаевичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. Вопросами разрушения керамики занимался профессор Никитков Н.В., процессы разрушения у него подробно рассмотрены. Рекомендуется ознакомиться с его работами. 2. Не объяснено, как работает высокоскоростной шпиндель. По рис. 1 не понятно, как проходит обработка на таких оборотах (вибрации и т.д.). 3. На рис. 4 – есть вопросы по структуре материала. Идеальные кристаллы или хаотичные образования?

7. Отзыв из **ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет»,** г. Томск, подписанный научным

сотрудником лаборатории нанотехнологий металлургии, канд. техн. наук Бабаевым Артемом Сергеевичем и научным сотрудником научно-образовательного центра «Аддитивные технологии», канд. техн. наук Промаховым Владимиром Васильевичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. В работе было бы уместно показать влияние параметров высокоскоростного шлифования на точность формы обрабатываемой поверхности, которая также может влиять на герметичность соединений и представлять отдельный интерес для производства. 2. Параметр R_a определяет лишь среднее арифметическое отклонение профиля шероховатости, что не в полной мере описывает глубину отдельных микролунок, возникающих при шлифовании. Возможно, следует использовать дополнительные высотные и гибридные параметры шероховатости в дополнение к снимкам микроскопа.

8. Отзыв из **ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»**, г. Пенза, подписанный канд. техн. наук, доцентом кафедры «Технология машиностроения» Донцовой Мариной Владимировной. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. Из представленного материала неясно, какие автор делал допущения при составлении численной модели, результаты которой приведены на странице 9.

9. Отзыв из **ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет»**, г. Новосибирск, подписанный канд. техн. наук, доцентом, заведующим кафедрой проектирования технологических машин Янпольским Василием Васильевичем и д-ром техн. наук, доцентом, профессором кафедры проектирования технологических машин Иванцовским Владимиром Владимировичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. В тексте автореферата (стр. 11, абзац 5) указано, что для подтверждения результатов моделирования по влиянию скорости шлифования на изменение угла направления возникающей трещины и глубину залегания напряжений были проведены экспериментальные исследования по обработке материала, обладающего пьезооптическим эффектом. Однако, при

моделировании шлифования единичным алмазным зерном в качестве материала заготовки применялся КМ. Как тогда согласуются результаты моделирования с результатами натуральных экспериментов? 2. Из текста автореферата не ясно, почему в экспериментах применялись головки с зернистостью 40/28 и 20/14. Проводились ли экспериментальные исследования при других характеристиках головок, в частности, другой зернистости?

10. Отзыв из **ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»**, г. Липецк, подписанный д-ром техн. наук, профессором, заведующим кафедрой «Технология машиностроения» Козловым Александром Михайловичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. П. 3 научной новизны – «Результаты экспериментальных исследований качества обработанной поверхности (шероховатость поверхности, наличие микротрещин и микролунок) КМ при высокоскоростном шлифовании» в большей степени соответствует практической значимости работы. 2. На рис. 2 автореферата абразивное зерно представлено в виде конуса, расположенного перпендикулярно поверхности обрабатываемой детали. Однако реальный абразивный инструмент имеет произвольно расположенные в пространстве зерна, которые могут не резать материал, а вызывать ударные нагрузки. 3. На с. 12 автореферата указано, что результаты моделирования проверяли при шлифовании КМ марки ВК94-1 и шлифовальной головки с определенными параметрами абразива. Это снижает практическую значимость работы. 4. Выводы 4 и 5 (с. 16) только констатируют полученные результаты, но не обобщают их, т.е. выводами не являются.

11. Отзыв из **ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет»**, г. Курган, подписанный д-ром техн. наук, доцентом, доцентом кафедры «Машиностроение» Овсянниковым Виктором Евгеньевичем. Отзыв положительный со следующим замечанием: 1. В тексте автореферата на стр. 8 говорится о том, что была выполнена модернизация оборудования для

высокоскоростного шлифования, в частности, позволяющая устанавливать круги с диаметрами 250...300 мм. Однако, в чем заключается данная модернизация, не совсем понятно.

12. Отзыв из **ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»**, г. Волгоград, подписанный д-ром техн. наук, доцентом, первым проректором - директором института архитектуры и строительства ВолГТУ, заведующим кафедрой «Строительная механика» Душко Олегом Викторовичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. В зависимости шероховатости поверхности от режимов резания и размеров абразивного зерна следовало бы ввести показатели основных свойств керамического материала. 2. Автором весьма категорично делается вывод об отсутствии трещин при высокоскоростном шлифовании, что вызывает некоторые сомнения: при взаимодействии алмазного зерна и поверхности керамики однозначно будут появляться разного рода дефекты (стр. 15 автореферата).

13. 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. Тема и цель диссертационной работы сформулированы слишком широко, по сути, рассматриваются только те показатели качества изделий из керамических материалов, которые относятся к качеству их поверхности. 2. Вывод по пункту 3 научной новизны научной новизной не является, так как не содержит установленного нового научного факта или результата.

14. Отзыв из **ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»**, г. Йошкар-Ола, подписанный д-ром техн. наук, профессором, заведующим кафедрой «Машиностроение и материаловедение» Алибековым Сергеем Якубовичем. Отзыв положительный. Замечания отсутствуют.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации

обосновывается тем, что они являются ведущими специалистами в области моделирования процессов механической обработки и алмазного шлифования заготовок, имеют научные публикации по данным направлениям 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 новая концепция повышения качества обработанной поверхности керамических материалов при использовании высокоскоростного шлифования, позволившая выявить новые закономерности в механизме их разрушения;

предложена гипотеза об изменении механизма разрушения керамического материала с повышением скорости резания и перехода на высокоскоростное шлифование;

доказана эффективность применения высокоскоростного шлифования для повышения качества изделий из керамических материалов на основе результатов численного моделирования и экспериментальных исследований;

новые понятия **не вводились**.

Теоретическая значимость исследований заключается в том, что:

доказана гипотеза о влиянии скорости резания на переход с интеркристаллитного к транскристаллитному разрушению керамических материалов, расширяющая научные представления в области механики разрушения зернистого материала;

применительно к проблематике диссертации результативно

использован комплекс существующих базовых методик, многофакторное планирование экспериментов для получения регрессионных зависимостей шероховатости обработанной поверхности изделий из керамических материалов от режимов резания;

изложены результаты численного моделирования роста трещин, характера разрушения керамических материалов и шероховатости обработанной поверхности, позволившие выявить связь скорости шлифования с механизмом разрушения керамических материалов и качеством обработанной поверхности;

раскрыты особенности механизма разрушения гетерогенного хрупкого керамического материала в зависимости от физико-механических свойств абразивного зерна и связующего, определяющие минимальную скорость резания для перехода от интеркристаллитного к транскристаллитному разрушению;

изучены связи и закономерности влияния режимов резания на параметры качества обработанной поверхности (шероховатость поверхности, наличие микротрещин и микролунок) керамических материалов при высокоскоростном шлифовании;

проведена модернизация существующих методов исследования процесса высокоскоростного шлифования гетерогенных хрупких материалов, обеспечивающих получение новых результатов по теме диссертации.

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

разработаны оригинальные конструкции шлифовальных кругов и элементы экспериментальной установки для исследования процесса высокоскоростного шлифования изделий из керамических материалов на базе шлифовально-заточного станка с применением электрошпинделя, позволяющие производить обработку со скоростью резания до 300 м/с; результаты исследований **внедрены** на производственном комплексе «Салют»

АО «ОДК» (г. Москва) при обработке пар трения из керамического материала ВК94-1;

определены перспективы практического использования полученных результатов диссертационного исследования для повышения качества изделий из керамических материалов путем применения высокоскоростного шлифования;

созданы технологические рекомендации для эффективной обработки керамических материалов способом высокоскоростного шлифования;

представлены и переданы для использования в производственных условиях «Салют» АО «ОДК» (г. Москва) и АО «ОДК-АВИАДВИГАТЕЛЬ» (г. Пермь) результаты выполненных исследований по повышению качества изделий из керамических материалов путем применения высокоскоростного шлифования.

Оценка достоверности результатов исследований выявила:

для экспериментальных работ применение современных измерительных средств и сертифицированного оборудования, достаточную статистическую 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 построена на основе анализа практики обеспечения качества обработанной поверхности изделий, а также на обобщении передового научно-исследовательского и производственного опытов обработки изделий из керамических материалов;

использовано сравнение данных, полученных автором, с результатами, полученными ранее другими исследователями по тематике диссертации;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в научных работах по

проблематике диссертации в независимых источниках периодической печати;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, сопоставление данных, полученных автором в ходе натуральных экспериментов, с производственными данными.

Личный вклад соискателя состоит в:

- включенном участии на всех этапах процесса, определении цели, задач, непосредственном участии в выполнении научных исследований, как теоретического, так и экспериментального характера, необходимых для решения поставленных задач и достижения цели диссертационной работы: разработка **конструкций шлифовальных кругов и элементов экспериментальной установки**, позволяющих производить обработку керамических материалов способом высокоскоростного шлифования, обеспечивая требуемые параметры качества обработанной поверхности; результаты **численного моделирования** роста трещин, характера разрушения керамических материалов и шероховатости обработанной поверхности, позволившие выявить связь скорости шлифования с механизмом разрушения керамических материалов и качеством обработанной поверхности; результаты **экспериментальных исследований** влияния скорости шлифования на параметры качества обработанной поверхности заготовок из керамических материалов; **технологические рекомендации** по использованию на производстве способа сверхскоростного шлифования для обеспечения требуемых параметров качества и повышения производительности обработки при изготовлении изделий из керамических материалов.

- личном участии в опытно-промышленной апробации результатов исследования;

- обработке и интерпретации экспериментальных данных;

- подготовке основных публикаций по результатам выполненной работы.

Результаты исследований рекомендуется использовать:

на предприятиях машиностроительной отрасли, занимающихся механической обработкой заготовок из керамических материалов;

проектно-конструкторских и научно-исследовательских институтах, занимающихся высокоскоростным шлифованием хрупких гетерогенных материалов;

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 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 качества изделий из керамических материалов путем применения высокоскоростного шлифования, имеющей существенное значение для повышения качества продукции, выпускаемой машиностроительными предприятиями.

Работа соответствует критериям, установленным в разделе II Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

На заседании 26 декабря 2022 г. диссертационный совет принял решение присудить Каменову Ренату Уахитовичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (технические науки).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в

количестве 12 человек, из них 8 докторов наук по специальности 2.5.5 -
Технология и оборудование механической и физико-технической обработки,
участвующих в заседании, из 15 человек, входящих в состав совета,
дополнительно введенные в разовую защиту 0 человек, проголосовал: за
присуждение учёной степени - 12 человек, против – нет, недействительных –
нет.

Председатель
диссертационного совета,
д-р техн. наук, профессор



Табakov Владимир Петрович

Ученый секретарь
диссертационного совета,
д-р техн. наук, доцент



Веткисов Николай Иванович