

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.277.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ» МИНОБРНАУКИ РОССИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 27 июня 2023 г протокол №6

О присуждении Алехину Сергею Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Технологическое обеспечение качества и ограничение трещинообразования при абразивной обработке алмазными пастами тонких пластин из карбида кремния» по специальности 2.5.6. – «Технология машиностроения» принята к защите «26» апреля 2023 г. (протокол №3) диссертационным советом 24.2.277.01, созданным на базе ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет» Минобрнауки России, 241035, г. Брянск, бульвар 50 лет Октября, д.7, приказ о создании диссертационного совета №62/нк от 26.01.2023 г.

Соискатель Алехин Сергей Сергеевич, 15 февраля 1994 года рождения, в 2022 году окончил аспирантуру в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Брянский государственный технический университет (БГТУ)» по направлению подготовки 2.5.6 – «Технология машиностроения», сдал кандидатские экзамены (согласно приказу Министерства образования и науки РФ от 12 октября 2022 года №2007/27/01 асп) в ФГБОУ ВО «БГТУ». Работает инженером в АО «Группа Кремний ЭЛ» (г. Брянск).

Диссертация выполнена в ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, Бишутин Сергей Геннадьевич, профессор кафедры «Автомобильный транспорт» ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет».

Официальные оппоненты:

1. Теплова Татьяна Борисовна, доктор технических наук, профессор, научный консультант компании ООО «Фрезарт», г. Москва.

2. Асаев Александр Семёнович, кандидат технических наук, начальник управления научной и инновационной деятельности ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина», г. Рязань

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева", г. Рыбинск Ярославской области, в своем положительном отзыве, подписанном Волковым Дмитрием Ивановичем, д.т.н., профессором, заведующим кафедрой «Мехатронные системы и процессы формообразования имени С.С. Силина» и утвержденном Сутягиным Александром Николаевичем, к.т.н., доцентом, проректором по науке и цифровой трансформации ФГБОУ ВО «РГАТУ им. П.А. Соловьева», указала, что диссертация имеет научную новизну и практическую значимость, прошла достаточно широкую апробацию и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную соискателем самостоятельно. Работа содержит решение актуальной научной задачи выбора технологических режимов абразивной обработки алмазными пастами карбидокремниевых пластин, ограничивающих трещинообразованием и обеспечивающих требуемое качество обработанной поверхности, которая имеет существенное значение для развития алмазно-абразивной обработки керамических материалов, а также для машиностроения страны, а ее автор, Алёхин Сергей Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6 – «Технология машиностроения».

Соискатель имеет 17 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 17 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 работ, 2 – в изданиях, индексируемых в международной базе «Scopus», 1 – патент РФ на изобретение. Работы посвящены решению научных задач, касающихся обеспечения качества при алмазно-абразивной обработке тонких пластин из карбида кремния. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Бишутин С.Г. Совершенствование технологии финишной абразивной обработки пластин из карбида кремния [Текст] / С.Г. Бишутин, С.С. Алехин // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2018. – №5(66). – С. 9-13.

2. Бишутин С.Г. Производительность и качество алмазно-абразивной обработки пластин из карбида кремния [Текст] / С.Г. Бишутин, **С.С. Алехин** // Вестник воронежского государственного технического университета. – 2019. – №2 (15). – С. 144-148.

3. Бишутин С.Г. Выбор технологических режимов алмазно-абразивной обработки пластин из карбида кремния [Текст] / С.Г. Бишутин, **С.С. Алехин** // Научные технологии в машиностроении. – 2020. – №12(114). – С. 3-6.

4. Бишутин С.Г. Технологическое обеспечение трещиностойкости пластин из карбида кремния при алмазно-абразивной обработке [Текст] / С.Г. Бишутин, **С.С. Алехин** // Вестник машиностроения. – 2021. – №4. – С. 46-48.

5. Бишутин С.Г. Влияние абразивной обработки на трещиностойкость пластин из карбида кремния различных политипов [Текст] / С.Г. Бишутин, **С.С. Алехин** // Транспортное машиностроение. – 2022. – №4. – С. 17-22.

На диссертацию и автореферат поступило 13 отзывов. Все отзывы положительные, содержат следующие замечания:

1. **Носенко Владимир Андреевич**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Технологии и оборудование машиностроительных производств», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ВЛГТУ») (г. Волгоград).

Замечание: в научных исследованиях в области технологии машиностроения, как правило, используются степенные (мультипликативные) модели параметров качества поверхностных слоев. Насколько обоснован линейный характер зависимости длины поверхностных микротрещин от скорости съема карбида кремния (формулы (1) и (2) на стр.11)?

2. **Василенко Юрий Валерьевич**, к.т.н., доцент, первый проректор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Альметьевский государственный нефтяной институт» (г. Альметьевск).

Замечание: из автореферата не ясно, какое влияние оказывает технологическая наследственность на параметры шероховатости обработанной поверхности карбидокремниевой пластины?

3. **Блюменштейн Валерий Юрьевич**, д.т.н., профессор, профессор кафедры «Технология машиностроения», Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева (КузГТУ)» (г. Кемерово).

Замечание: на наш взгляд, недостаточно подробно изложена методика выполнения экспериментальных исследований, что несколько затрудняет восприятие материала диссертационной работы.

4. Вайнер Леонид Григорьевич, д.т.н., профессор, профессор кафедры «Двигатели внутреннего сгорания», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тихоокеанский государственный университет» (г. Хабаровск).

Замечание: не ясно, каким образом учитывалось влияние состояния рабочей поверхности притира на результаты алмазно-абразивной обработки карбидокремниевых пластин?

5. Козлов Александр Михайлович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Технология машиностроения», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Липецкий государственный технический университет» (г. Липецк).

Замечания:

1) В исследованиях использовались керамические пластины диаметром 76 и 100 мм. В какой мере полученные результаты могут быть применены при абразивной обработке карбидокремниевых пластин других диаметров?

2) Рисунок 2 плохо читается.

3) На с.13 автореферата указывается, что проводили исследование деформации целой пластины и ее четвертей. Неясно, чем аргументировано деление на четыре части, а не на шесть или восемь, когда деформация будет еще меньше?

4) В заключении указывается, что результаты работы подтверждаются основными выводами. Однако выводов, т.е. перехода от частного к общему нет. Все пункты заключения только перечисляют полученные результаты, но не обобщают их.

6. Кириллов Олег Николаевич, д.т.н., профессор, профессор кафедры «Технология машиностроения», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет» (г. Воронеж).

Замечание: из текста автореферата не ясно, скорость съема керамического материала при рассматриваемой алмазно-абразивной обработке является управляемым или контролируемым параметром?

7. Евсеев Дмитрий Геннадьевич, д.т.н., профессор, профессор кафедры «Технология машиностроения и ремонта подвижного состава», Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта РУТ (МИИТ)» (г. Москва).

Замечание: каким образом учитывается технологическая наследственность при изготовлении рассматриваемых изделий, которая может оказывать существенное влияние на результаты обработки?

8. Соловьев Юрий Владимирович, к.т.н., Заместитель директора по науке АО «Светлана-Электронприбор» (г. Санкт-Петербург).

Замечание: не ясно, в какой мере полученные результаты могут быть распространены на изделия из карбида кремния других политипов?

9. Насад Татьяна Геннадьевна, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» (г. Саратов).

Замечания:

1) Производительность процесса абразивной обработки в зависимости от режимов резания не представлена в аналитическом виде, что представляет трудности для детального анализа процесса.

2) Желательно привести общий алгоритм оптимизации процесса и критерии оценки.

10. Табаков Владимир Петрович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Инновационные технологии машиностроения», **Веткасов Николай Иванович**, д.т.н., доцент, профессор кафедры «Инновационные технологии машиностроения» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» (г. Ульяновск).

Замечания:

1) В формуле (4) не указана размерность входящих в нее параметров, что затрудняет работу с этой и другими формулами, приведенным в автореферате.

2) В автореферате не приведено доказательство адекватности высотного параметра шероховатости R_a , рассчитываемого по зависимости (5).

3) По тексту автореферата нечетко изложен вопрос, какую поверхность пластины из карбида кремния (лицевую или обратную) исследовал, в том или ином случае, соискатель при оценке влияния режимов алмазной обработки, выполняемой с применением алмазосодержащих паст, на процесс трещинообразования и обеспечения требуемого качества обработанных поверхностей.

4) Не понятно, почему при исследовании влияния режима алмазно-абразивной обработки на шероховатость соискатель ограничился параметром Ra?

11. Гейфман Евгений Моисеевич, д. т.н., профессор, Директор АО «НПК Электровыпрямитель» (г. Саранск).

Замечание: в дальнейшем целесообразно разработать программу для ЭВМ по выбору требуемых технологических режимов алмазно-абразивной обработки тонких карбидокремниевых пластин.

12. Никитин Юрий Владимирович, к.т.н., доцент, доцент кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» (г. Новосибирск).

Замечания:

1) На рис.3 под позицией 1 в качестве инструмента обозначен притир с алмазной пастой, однако из текста автореферата не ясны значения его геометрических параметров.

2) На стр. 12 указано, что скорость съема материала существенно влияет на шероховатость обработанной поверхности, однако в таблице с режимами обработки на стр.11 сведения о полученной шероховатости обработанной поверхности не приведены, что затрудняет оценку влияния на шероховатость обработанной поверхности других факторов (абразивного материала, усилия прижатия, частоты вращения инструмента).

13. Ахтулов Алексей Леонидович, д.т.н., профессор, профессор кафедры двигателей Омского автобронетанкового инженерного института (ОАБИИ ВА МТО, г. Омск).

Замечание: не корректное применение формулировок подрисуночных надписей, так как на рисунке 4 представлены не «Взаимосвязи... и параметры качества...», а их графическое изображение, то есть «Блок-схема взаимосвязи... и параметры характеристик, определяющих качества...»

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их способностью определить научную и практическую ценность диссертации, компетентностью и высокой квалификацией в данной области науки, наличием публикаций в рассматриваемой сфере исследований.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– **разработана** методика назначения технологических режимов абразивной обработки алмазными пастами тонких карбидокремниевых пластин,

ограничивающих трещинообразование и обеспечивающих требуемое качество обработанной поверхности;

- **предложен** способ односторонней абразивной обработки пластин из карбида кремния, защищенный патентом РФ на изобретение № 2 790 244, который позволяет снизить трещинообразование при абразивной обработке алмазными пастами;

- **доказана** возможность выбора технологических режимов абразивной обработки алмазными пастами тонких карбидокремниевых пластин различных политипов, при которых формируемые микротрещины не способны привести к разрушению пластин на последующих стадиях производства;

- **введено** понятие технологического ограничения трещинообразования тонких карбидокремниевых пластин при абразивной обработке алмазными пастами.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- **доказана** взаимосвязь скорости съема материала карбидокремниевой пластины с размерами (длиной) поверхностных микротрещин, формируемых при абразивной обработке алмазными пастами;

- **применительно к проблематике диссертации результативно использованы** методы механики хрупкого разрушения и статистического анализа данных;

- **изложены** аргументы и доказательства снижения деформации (прогиба) тонких карбидокремниевых пластин путем дополнительной очистки обработанной поверхности глицерином ($C_3H_8O_3$, ГОСТ 6259-75) от шлама и остатков алмазной пасты с поверхностно-активными веществами;

- **раскрыта** необходимость технологического ограничения скорости съема материала за счет выбора режимов абразивной обработки алмазными пастами тонких карбидокремниевых пластин для предотвращения их разрушения;

- **изучены** взаимосвязи технологических режимов абразивной обработки алмазными пастами со скоростью съема материала карбидокремниевой пластины и параметрами качества обрабатываемой поверхности;

- **проведена** модернизация алгоритма и методики выбора технологических режимов абразивной обработки алмазными пастами хрупких неметаллических материалов применительно к тонким пластинам из карбида кремния.

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

– **разработана и внедрена** на предприятии АО «Группа Кремний ЭЛ» (г. Брянск) методика назначения технологических режимов абразивной обработки алмазными пастами тонких карбидокремниевых пластин, позволившая снизить уровень производственного брака до 20%;

– **определены** диапазоны изменения размеров поверхностных микротрещин и скорости съема материала при варьировании технологических режимов абразивной обработки алмазными пастами тонких карбидокремниевых пластин;

– **создан** новый способ односторонней абразивной обработки карбидокремниевых пластин, позволяющий повысить качество и снизить уровень брака при изготовлении продукции из карбида кремния;

– **представлены** в табличной форме сведения о возможностях абразивной обработки алмазными пастами по изменению скорости съема карбида кремния и размеров поверхностных микротрещин тонких карбидокремниевых пластин.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– **для экспериментальных работ** использовано современное технологическое оборудование наукоемкого производства, специализирующегося на изготовлении изделий из материалов на основе карбида кремния;

– **теория** построена на основе корректного использования основных и научно проверенных положений технологии машиностроения и подтверждена результатами полученных экспериментальных данных;

– **идея базируется** на анализе практики алмазно-абразивной обработки хрупких неметаллических материалов и необходимости технологического ограничения трещинообразования тонких карбидокремниевых пластин за счет научно обоснованного выбора режимов абразивной обработки;

– **установлено**, что результаты исследований не противоречат известным работам других специалистов в области абразивной обработки хрупких неметаллических материалов;

– **использованы** современные стандартизированные методики сбора и статистической обработки экспериментальных данных, обеспечивающие высокую воспроизводимость и достоверность результатов исследования.

Личный вклад соискателя состоит в:

– непосредственном участии во всех этапах диссертационного исследования;

– выполнении обзора состояния исследуемого вопроса и определении цели и задач работы;

– проведении научных исследований для разработки методики назначения

технологических режимов абразивной обработки алмазными пастами тонких карбидокремниевых пластин;

– участия в разработке нового способа абразивной обработки карбидокремниевых пластин;

– практической реализации результатов исследований в промышленности.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Проведенные научные изыскания имеют достаточно узкую направленность, обусловленную алмазно-абразивной обработкой карбидокремниевых пластин толщиной несколько десятых миллиметра, что ограничивает область применения полученных результатов исследования.

2. Результаты исследований, по мнению соискателя, имеют существенное значение для развития алмазно-абразивной обработки керамических материалов, что требует уточнения, поскольку данные материалы имеют существенные различия в химическом составе и свойствах.

Соискатель Алёхин Сергей Сергеевич ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию:

1. Результаты исследований, касающиеся параметров шероховатости поверхности, средней длины поверхностных микротрещин и глубины (толщины) дефектного слоя, с успехом могут быть распространены и на абразивную обработку карбидокремниевых пластин большей толщины, поскольку, как было установлено, толщина пластины оказывает существенное влияние только на её деформацию (прогиб). Пластины с большей толщиной вследствие повышения жесткости будут меньше деформироваться в ходе рассмотренной абразивной обработки.

2. Материалы исследованных пластин являются хрупкими неметаллическими материалами со свойствами, близкими к свойствам карбидной технической керамики, поэтому и было предложено использовать результаты исследований применительно к алмазно-абразивной обработке керамических материалов. Однако более корректным будет применение полученных результатов для обработки хрупких материалов на основе карбида кремния.

На заседании 27 июня 2023 года диссертационный совет принял решение за научно обоснованное решение задачи назначения технологических режимов абразивной обработки алмазными пастами тонких карбидокремниевых пластин, ограничивающих трещинообразование и обеспечивающих требуемое качество обработанной поверхности, имеющей существенное значение для развития алмазно-

абразивной обработки хрупких материалов на основе карбида кремния, а также для наукоемких отраслей машиностроения страны, присудить Алёхину Сергею Сергеевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 9 человек, из них 5 докторов наук по научной специальности 2.5.6 – «Технология машиностроения», участвовавших в заседании, из 12 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек проголосовали: «за» – 9, «против» – 0, «недействительных бюллетеней» – 0.

Председатель

диссертационного совета 24.2.277.01,

доктор технических наук,

профессор

Киричек Андрей Викторович

Ученый секретарь

диссертационного совета 24.2.277.01,

доктор технических наук,

доцент

Нагоркин Максим Николаевич

Дата оформления заключения: 27.06.2023

