

ФГБОУ ВО «Рыбинский
государственный авиационный
технический университет им.
П.А. Соловьева»

(РГАТУ им. П.А. Соловьева)

152934, Российская Федерация,
Ярославская обл., г. Рыбинск,
ул. Пушкина, д.53.

Тел.: 8(4855)-280-470

E-mail: rector@rsatu.ru

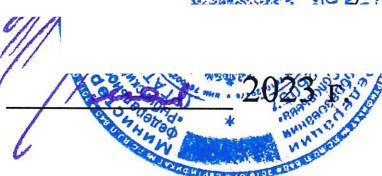
УТВЕРЖДАЮ

проректор по науке и цифровой
трансформации ФГБОУ ВО
«Рыбинский государственный
авиационный технический
университет имени П.А. Соловьева»
к.т.н., доцент



А. Н. Сутягин

« 29 »



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева» (ФГБОУ ВО РГАТУ имени П.А. Соловьева) на диссертационную работу **Алехина Сергея Сергеевича** по теме **«Технологическое обеспечение качества и ограничение трещинообразования при абразивной обработке алмазными пастами тонких пластин из карбида кремния»**, представленную на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 2.5.6. – Технология машиностроения.

На отзыв представлены: диссертация – 1 экз., автореферат – 1 экз.

Актуальность темы диссертационного исследования

Пластины из карбида кремния являются несущей основой (подложкой) наиболее ответственных электронных компонентов авиационной, ракетно-космической и автомобильной техники. Одним из важных этапов изготовления керамических подложек является обработка обратной стороны пластины для получения требуемой толщины (утонение пластины). На таких

этапах зачастую применяют абразивную обработку алмазными пастами. Однако при ошибочном выборе технологических режимов такой обработки дорогостоящее керамическое изделие растрескивается и может разрушиться. Уровень современных достижений в данной области исследований не позволяет предотвратить формирование таких дефектов карбидокремниевых пластин при указанной абразивной обработке. Поэтому изучение влияния технологических режимов обработки алмазными пастами на параметры качества и размер поверхностных микротрещин карбидокремниевых пластин позволит существенно снизить уровень брака при производстве продукции из карбидной керамики. В этой связи данное исследование является актуальным и необходимо для устойчивого развития наукоемких отраслей машиностроения.

Структура и содержание диссертационного исследования

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, и списка использованных источников и приложений. Работа изложена на 144 страницах, содержит 31 таблицу, 60 рисунков, список использованных источников на 123 наименования и 4 приложения.

Во введении отражена актуальность темы исследований, произведена оценка степени разработанности темы исследования, поставлена цель проводимых исследований, сформулированы научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, перечислены основные положения, выносимые на защиту, дана оценка степени достоверности проведенных исследований, представлена апробация полученных результатов.

В первой главе представлены требования к качеству обработки обратной стороны карбидокремниевых пластин и технологические трудности, возникающие при абразивной обработке алмазными пастами керамических подложек.

Вторая глава содержит общую стратегию научных исследований, направленных на обеспечение качества и снижение трещинообразования тонких карбидокремниевых пластин при абразивной обработке, а также характеристики оборудования для проведения экспериментальных исследований и контрольно-измерительного оснащения для оценки качества поверхностного слоя карбидокремниевых пластин после абразивной обработки.

В третьей главе устанавливаются взаимосвязи режимов абразивной обработки алмазными пастами со скоростью съема керамического материала,

размерами поверхностных микротрещин и параметрами качества обработанных поверхностей карбидокремниевых пластин, а также представлены результаты исследований по изучению деформации (прогиба) карбидокремниевых пластин различных политипов при абразивной обработке алмазными пастами.

Четвертая глава содержит методику назначения технологических режимов абразивной обработки алмазными пастами карбидокремниевых пластин, ограничивающих трещинообразование и обеспечивающих требуемое качество обработанной поверхности, описание нового способа односторонней абразивной обработки пластин из карбида кремния, позволяющего повысить качество и снизить уровень брака при изготовлении продукции из карбидной керамики, а также результаты оценки экономической эффективности результатов исследований.

В приложении представлен акт о внедрении результатов работы на АО «Группа Кремний Эл» (г. Брянск), копия патента на изобретение, а также результаты статистической обработки экспериментальных данных.

В связи с этим можно считать, что диссертационная работа является завершенной и имеет структурно-логическую целостность, присутствуют необходимые ссылки на источники заимствования материалов.

Основные научные результаты и их значимость для науки и производства

Научная значимость работы обусловлена следующими новыми знаниями в области алмазно-абразивной обработки карбидокремниевых пластин:

1. Установлена взаимосвязь скорости съема керамического материала карбидокремниевой пластины с длиной поверхностных микротрещин, формируемых при абразивной обработке алмазными пастами, причем при изменении скорости съема карбида кремния с 22 до 4 мкм/ч за счет варьирования технологических режимов обработки длина микротрещин уменьшается в 5-10 раз.

2. Получены зависимости скорости съема карбида кремния политипов 4Н и 6Н при утонении керамических пластин от основных технологических режимов абразивной обработки алмазными пастами (зернистости алмазного микропорошка, частоты вращения притира, усилия прижатия карбидокремниевых пластин к притиру), причем скорость съема керамики прямо пропорциональна усилию прижатия пластин к притиру, а влияние

частоты вращения притира на производительность обработки носит нелинейный характер.

3. Установлено, что уменьшить на 10-15% деформацию (прогиб) тонких карбидокремниевых пластин, являющуюся следствием разных маршрутов обработки противоположных поверхностей, возможно путем дополнительной очистки обратной стороны подложки глицерином ($C_3H_8O_3$, ГОСТ 6259-75) от шлама и остатков алмазной пасты с поверхностно-активными веществами.

Значимость для производства полученных результатов подтверждается следующим:

1. Обоснована возможность выбора технологических режимов абразивной обработки алмазными пастами тонких карбидокремниевых пластин различных политипов, при которых формируемые микротрещины не способны привести к разрушению изделия на последующих технологических этапах изготовления продукции из карбидной керамики.

2. Разработана методика назначения технологических режимов абразивной обработки алмазными пастами тонких карбидокремниевых пластин, ограничивающих трещинообразование и обеспечивающих требуемое качество обработанной поверхности.

3. Предложен новый способ односторонней абразивной обработки пластин из карбида кремния, позволяющий повысить качество и снизить уровень брака при изготовлении продукции из карбидной керамики (патент № 2 790 244).

Анализ научной новизны и практической значимости полученных результатов позволяет утверждать, что диссертация соответствует областям исследований паспорта специальности 2.5.6 – «Технология машиностроения» по следующим пунктам:

п.2 «Технологические процессы, операции, установовы, позиции, технологические переходы и рабочие хода, обеспечивающие повышение качества изделий и снижение их себестоимости»;

п.4 «Совершенствование существующих, и разработка новых методов обработки и сборки с целью повышения качества изделий машиностроения и снижения себестоимости их выпуска»;

п.6 «Технологическая наследственность в машиностроении»;

п.7 «Технологическое обеспечение и повышение качества поверхностного слоя, точности и долговечности деталей машин».

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность результатов и выводов подтверждается результатами экспериментов, проведенных в лабораторных и производственных условиях; использованием апробированных методик при проведении исследований; внедрением полученных результатов в производство.

Работа содержит 8 основных выводов и результатов, которые основываются на материалах третьей и четвертой глав диссертации.

Результаты проведенных исследований доведены до широкой научной общественности (обсуждение результатов работы происходило на 6 международных и всероссийских научно-технических конференциях).

Содержание диссертации в достаточной степени отражено в научных публикациях (издано 17 работ, 5 из них опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК, 2 публикации в изданиях, индексируемых в международной базе «Scopus», получен 1 патент РФ на изобретение).

Поэтому основные выводы и результаты диссертации можно считать достоверными и обоснованными.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Представленные разработки (методика назначения технологических режимов абразивной обработки карбидокремниевых пластин алмазными пастами и новый способ односторонней абразивной обработки рассмотренных керамических изделий) перспективны для практического применения на промышленных предприятиях, изготавливающих компоненты машин из карбидной керамики.

Замечания по работе

1. Не ясно, почему исследования ограничивались только применением паст с алмазным микропорошком зернистости 60/40, 40/28 и 28/20 мкм?

2. Не акцентируется внимание на выборе материала притира и применяемой технологической среды для рассматриваемой алмазно-абразивной обработки тонких керамических пластин.

3. В работе не приводятся данные, какие требования предъявлялись к биению рабочей поверхности притира и его плоскостности.

4. Не показано, как в процессе обработки удалялся образующийся шлам и каково его влияние на параметры качества полирования (глубину дефектного слоя, микротрещины и шероховатость поверхности).

5. В дальнейшем целесообразно провести структурную и параметрическую оптимизацию технологических операций абразивной обработки алмазными пастами карбидокремниевых пластин с целью повышения их эффективности.

Отмеченные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

Заключение

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 трещинообразование и обеспечивающих требуемое качество обработанной поверхности, которая имеет существенное значение для развития алмазно-абразивной обработки керамических материалов, а также для машиностроения страны.

Автореферат достоверно отражает содержание диссертации.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.5.6 – Технология машиностроения (п.п. 2, 4, 6, 7) и требованиям «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор, Алехин Сергей Сергеевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6. – Технология машиностроения.

Диссертационная работа Алехина Сергея Сергеевича и настоящий отзыв обсуждены на заседании кафедры «Мехатронные системы и процессы формообразования имени С.С. Силина», протокол №10-23 от «23» мая 2023 г.

Доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой «Мехатронные
системы и процессы формообразования
им. С.С. Силина» ФГБОУ ВО «Рыбинский
государственный авиационный технический

университет им. П.А. Соловьева»
(Специальность 05.03.01 – Технологии
и оборудование механической и физико-
технической обработки)



____ Волков Дмитрий Иванович

подпись, дата 23.05.2023

Адрес: 152934, Российская Федерация, Ярославская обл., г. Рыбинск, ул.
Пушкина, д.53. РГАТУ им. П.А. Соловьева, Тел.: 8(910)-979-17-89
Адрес электронной почты: d_i_volkov@rsatu.ru

Подпись Волкова Д.И. заверяю

Ученый секретарь РГАТУ имени П.А. Соловьева

канд. технических наук, доцент



С. А. Волков

