

В диссертационный совет
24.2.277.01 при ФГБОУ ВО
«Брянский государственный
технический университет»
241035, г. Брянск, бульвар
50 лет Октября, д.7.

ОТЗЫВ

официального оппонента

доктора технических наук, профессора

Тепловой Татьяны Борисовны

на диссертационную работу Алехина Сергея Сергеевича на тему «Технологическое обеспечение качества и ограничение трещинообразования при абразивной обработке алмазными пастами тонких пластин из карбида кремния», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6. – Технология машиностроения.

1. Актуальность темы диссертационного исследования

Изделия из карбида кремния находят свое применение практически во всех отраслях современного машиностроения. На основе карбидокремниевых пластин (подложек) изготавливают устройства, которые предназначены для эксплуатации в условиях высоких температур, повышенного уровня радиации и в особо агрессивных средах. Поэтому к таким керамическим изделиям предъявляются весьма высокие требования к геометрическим, электрофизическим параметрам, а также к параметрам качества их поверхностей. Одним из ответственных этапов изготовления керамических подложек является алмазно-абразивная обработка обратной стороны пластины для получения требуемой толщины изделия (утонение пластины). На практике утонение карбидокремниевых пластин в ходе абразивной обработки алмазными пастами представляет собой сложную технологическую задачу из-за высокой твердости и хрупкости обрабатываемого материала. При абразивной обработке происходит формирование поверхностных микротрещин керамических пластин, зачастую приводящих к разрушению этих дорогостоящих изделий на последующих этапах обработки. Поэтому снижение или ограничение трещинообразования

карбидокремниевых пластин за счет научно обоснованного выбора технологических режимов алмазно-абразивной обработки является актуальной задачей.

2. Оценка содержания и соответствия диссертации и автореферата установленным требованиям.

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации и оформлен в соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011.

Научная работа изложена на 144 страницах, состоит из введения, четырех глав, списка использованных источников и приложений.

В диссертации представлены следующие научные материалы:

1. Требования к качеству обработки обратной стороны карбидокремниевых пластин и технологические трудности, возникающие при абразивной обработке алмазными пастами керамических подложек (глава 1).

2. Общая стратегия научных исследований, направленных на обеспечение качества и снижение трещинообразования тонких карбидокремниевых пластин при абразивной обработке. Характеристики оборудования для проведения экспериментальных исследований и контрольно-измерительного оснащения для оценки качества поверхностного слоя карбидокремниевых пластин после абразивной обработки (глава 2).

3. Взаимосвязи режимов абразивной обработки алмазными пастами со скоростью съема керамического материала, размерами поверхностных микротрещин и параметрами качества обработанных поверхностей карбидокремниевых пластин. Результаты исследований по изучению деформации (прогиба) карбидокремниевых пластин различных политипов при абразивной обработке алмазными пастами (глава 3).

4. Методика назначения технологических режимов абразивной обработки алмазными пастами карбидокремниевых пластин, ограничивающих трещинообразование и обеспечивающих требуемое качество обработанной поверхности, а также описание нового способа односторонней абразивной обработки пластин из карбида кремния, позволяющего повысить качество и снизить уровень брака при изготовлении продукции из карбидной керамики (глава 4).

5. Результаты оценки экономической эффективности результатов исследований при их использовании в производстве продукции АО «Группа Кремний Эл» (г. Брянск) (глава 4).

В диссертационной работе соискателя присутствуют необходимые ссылки на источники заимствования материалов.

Диссертационная работа является завершенной, имеет структурно-логическую целостность и оформлена в соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011.

3. Научная новизна исследований.

Научная новизна работы обусловлена следующими новыми знаниями в области алмазно-абразивной обработки карбидной керамики:

1. Выявлена 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.

4. Достоверность полученных результатов и степень обоснованности научных положений, выводов, рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе

В диссертации использованы современные методы исследований, что является основой для получения достоверных результатов. Исследования основываются на положениях теории абразивной обработки хрупких материалов и технологии машиностроения. Экспериментальные исследования проводились в лабораторных и производственных условиях с использованием

статистических методов планирования экспериментов на стандартном оборудовании с применением современной контрольно-измерительной аппаратуры. Результаты экспериментов обрабатывались методами математической статистики с применением ЭВМ.

Диссертация Алехина С. С. содержит 8 основных выводов, которые основываются на результатах исследований, представленных в соответствующих главах диссертации. Первые пять выводов, отражающие результаты исследований процессов трещинообразования и формирования параметров качества карбидокремниевых пластин, подтверждаются материалами третьей главы. Шестой и седьмой выводы (о разработанной методике назначения технологических режимов обработки и новом способе односторонней абразивной обработки карбидокремниевых пластин) обусловлены результатами исследований четвертой главы. Восьмой вывод (об экономическом эффекте от применения результатов исследований на практике) характеризуется материалами четвертой главы и подтверждается актом внедрения.

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

Основные научные положения в достаточной степени отражены в 17 публикациях, в том числе в 5 в рецензируемых научных журналах из перечня ВАК РФ и 2 статьи в изданиях, индексируемых в международной базе данных «Scopus».

В связи с этим достоверность и обоснованность основных выводов и результатов не вызывает сомнений.

5. Научная и практическая значимость диссертационной работы

Диссертационная работа имеет практическую и научную ценность.

Научная ценность работы заключается в научном обосновании выбора технологических режимов абразивной обработки алмазными пастами карбидокремниевых пластин различных политипов, при которых формируемые микротрещины не способны привести к разрушению изделия на последующих технологических этапах изготовления продукции из карбидной керамики

Значимость для практики данной работы заключается в разработанной методике назначения технологических режимов абразивной обработки алмазными пастами карбидокремниевых пластин, ограничивающих

трещинообразование и обеспечивающих требуемое качество обработанной поверхности, а также способе односторонней абразивной обработки пластин из карбида кремния, позволяющим повысить качество и снизить уровень брака при изготовлении продукции из карбидной керамики. В работе приведен большой объем экспериментальных исследований, который позволил найти рациональные режимы обработки, позволяющие достигнуть снижения трещиноватости до допустимых значений при незначительном уменьшении производительности процесса обработки. Это особенно важно при промышленном производстве карбидокремниевых пластин.

6. Замечания по диссертационной работе.

Отмечая достоинства диссертационной работы, необходимо также указать ее недостатки и сделать замечания:

1. В работе не рассмотрена возможность использования чугунных притиров для абразивной обработки алмазными пастами пластин из карбида кремния, которые зачастую применяются для финишной обработки хрупких материалов.

2. Автору следовало бы уделить внимание изменению формы рабочей поверхности притира вследствие его износа, т.к. это влияет на стабильность протекания процесса алмазно-абразивной обработки.

3. Дополнительно повысить эффективность рассматриваемой абразивной обработки карбидокремниевых пластин можно было бы путем оптимизации технологических режимов по критерию максимальной производительности.

4. В работе нет сравнения свойств карбида кремния с другими материалами, на основании которого было бы видно преимущество и целесообразность его использования для указанных целей.

5. Не исследовано влияние обработки на подповерхностный слой пластины, дефекты и напряжения которого могут привести к браку пластины.

Приведенные замечания не снижают достаточно высокий научно-технический уровень диссертации и не влияют на ее положительную оценку.

7. Заключение о соответствии диссертации и автореферата критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней»

Диссертационная работа «Технологическое обеспечение качества и ограничение трещинообразования при абразивной обработке алмазными пастами тонких пластин из карбида кремния» представляет собой научно-квалификационную работу, в которой решена актуальная научная задача выбора

технологических режимов абразивной обработки алмазными пастами карбидокремниевых пластин, ограничивающих трещинообразование и обеспечивающих требуемое качество обработанной поверхности, имеющая существенное значение для развития алмазно-абразивной обработки керамических материалов, а также для машиностроения страны.

Полученные результаты обладают научной и практической значимостью.

Представленные разработки перспективны для практического применения на промышленных предприятиях, изготавливающих компоненты машин из карбидной керамики.

Диссертация обладает внутренним единством и изложена достаточно четко, технически грамотно. Содержание диссертации в полной степени отражено в опубликованных научных работах.

Автореферат отражает содержание диссертационной работы.

Диссертация полностью отвечает требованиям п. 9, 10 и др. «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Алехин Сергей Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6. – «Технология машиностроения».

Официальный оппонент:

Доктор технических наук (специальность 05.03.01–

Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки), профессор,

научный консультант ООО «Фрезарт» _____ Теплова Татьяна Борисовна

подпись, дата

12.05.2023

Адрес: 117587, г. Москва, ул. Днепропетровская, д. 2., офис 514

Телефон: +7 (499) 455-16-62

E-mail: teplova_t@mail.ru

Подпись Тепловой Татьяны Борисовны удостоверяю

12 мая 2023 г.

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР
ООО «ФРЕЗАРТ»
А.А. АСТАФЬЕВ