



**МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ**

**федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Балтийский государственный технический  
университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»  
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)**

Санкт-Петербург, 190005, 1-я Красноармейская ул., д. 1  
Тел.: (812) 316-2394, Факс: (812) 490-0591  
E-mail: komdep@bstu.spb.su. www.voenmeh.ru  
ИНН 7809003047

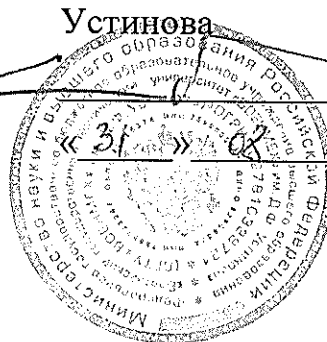
**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по научной работе и  
инновационному развитию ФГБОУ  
ВО БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.

Устинова

С.А. Матвеев

2022 г.



31.08.2022 № Е2/39

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

**О Т З Ы В**

ведущей организации на диссертацию Горшкова Ильи Валерьевича на тему:  
«Повышение качества изготовления высокоточных плоских контактных  
поверхностей на основе селективного комплектования многолезвийного  
инструмента режущей керамикой», представленную на соискание ученой  
степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – Технология  
машиностроения.

**Актуальность темы диссертации**

Основными тенденциями современного машиностроения являются  
повышение производительности и качества выпускаемой продукции. Данные  
параметры эффективности технологического процесса напрямую связаны с  
конструктивными особенностями используемого оборудования, качеством и  
точностью его изготовления. Наиболее ответственными элементами конструкции  
в технологическом оборудовании являются плоские контактные поверхности,  
такие как направляющие технологического оборудования и привалочные

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-461 от 02.09.22  
АУ УС

поверхности высоконагруженных соединений широко распространены в различных агрегатах и узлах машин. К таким элементам конструкции предъявляются высокие требования по качеству обработки и геометрической точности. В настоящее время такие поверхности обрабатываются с помощью шлифования. Данная технология требует особой подготовки оборудования и производственных помещений и не исключает возникновение таких дефектов обработки поверхности, как прижоги, шаржирование и коробление заготовки.

Высокоскоростное фрезерование лишено описанных недостатков и является менее экономически затратным методом механической обработки, как в организации производственных участков, так и в их эксплуатации. В качестве инструментального материала для таких операций главным образом используется режущая керамика. Однако особенности станочного парка отечественных предприятий и сложность изготовления такого инструментального материала, обуславливающая разнородность структурных параметров режущих пластин одной марки, ограничивают распространение керамического режущего инструмента.

В связи с этим возникает необходимость изучения свойств керамического инструмента и поиска новых подходов в эксплуатации керамических режущих пластин для создания эффективной технологии обеспечения качества и точности плоских контактных поверхностей с использованием режущей керамики.

### **Научная новизна**

Научная новизна работы заключается в выявлении связи между структурными параметрами режущей керамики и показателями работоспособности многолезвийного режущего инструмента. Выявленные зависимости позволили создать методику оснащения инструмента, позволяющую повысить стабильность и качество обработки высокоточных плоских поверхностей ответственных деталей. Помимо этого, важной составляющей научной новизны исследования является разработанная математическая модель технологической системы операции торцевого фрезерования с учётом использования селективного метода

оснащения многолезвийного режущего инструмента. Данная модель базируется на анализе доминирующего влияния подсистем фрезерного станка способствующих возбуждению автоколебаний в технологической системе механической обработки высокоточных плоских контактных поверхностей. Разработанная математическая модель позволяет исследовать динамические характеристики и определять динамическую устойчивость системы при различных технологических параметрах.

### **Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций**

Выводы и рекомендации, полученные в диссертации, обоснованы и достоверны, так как они базируются на результатах известных работ ведущих отечественных и зарубежных учёных в области технологии машиностроения, а также на представленных результатах, выполненных автором теоретических и экспериментальных исследований

Научная новизна выводов и рекомендаций заключается в решении актуальной задачи, направленной на выявление связи между структурными параметрами режущей керамики и показателями работоспособности режущего инструмента, позволяющей разработать метод обработки высокоточных плоских контактных поверхностей многолезвийным инструментом, обеспечивающий стабильность и качество чистовой обработки на высокоскоростных станках с ЧПУ.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, главными из которых являются:

- выявленные закономерности, влияющие на качество обработки высокоточных плоских контактных поверхностей при высокоскоростной фрезерной обработке с использованием режущей керамики;
- установленная зависимость влияния компоновок режущих пластин во фрезе на качество обработки поверхности;
- предложенная математическая модель технологической системы операции торцевого фрезерования учитывающая использование селективного метода оснащения многолезвийного режущего инструмента, позволяющая

исследовать динамические характеристики и определить динамическую устойчивость системы при различных технологических параметрах.

### **Научные результаты, их ценность**

Научные результаты, полученные в диссертационном исследовании, сформулированы автором в двух положениях, выносимых на защиту:

1. Метод селективного оснащения многолезвийного инструмента на основе физико-механических свойств оксидно-карбидных режущих пластин для комплектования торцевой фрезы с различным удельным электрическим сопротивлением ( $\cdot 10^{-4}$  Ом·м), с формированием смешанной (18...100), однородной (SLM) низкоомной (18...60) и однородной (SLM) высокоомной (61...100) компоновки, что обеспечивает рациональное использование инструментальных комплектований многолезвийного инструмента для реализации различных технологических задач по повышению качества и эффективности обработки плоских контактных поверхностей.

2. Математическая модель технологической системы механической обработки, учитывающая применение селективного метода оснащения многолезвийного инструмента режущей керамикой, позволяющая оценивать динамическую устойчивость системы при различных технологических параметрах и прогнозировать динамическую стабильность при использовании однородных компоновок, и подтверждающая повышение динамической стабильности изготовления высокоточных поверхностей для многолезвийного инструмента с однородно-высокоомными пластинами в 2,6 раза, а с однородно-низкоомными пластинами в 2 раза по сравнению со смешанной схемой расположения режущих пластин в корпусе фрезы.

Проведённые теоретические и экспериментальные исследования подтверждают выдвинутые на защиту положения и свидетельствуют о том, что результаты работы являются ценными для науки и производства, так как выявленные зависимости и созданная математическая модель расширяют область знаний технологии машиностроения и теории резания материалов.

Все защищаемые положения, сформулированные в диссертационной работе, соответствуют названию диссертации и цели исследования, являются обоснованными и опираются на результаты выполненных автором теоретических и экспериментальных исследований. Полученные в работе результаты являются новыми и могут быть использованы при совершенствовании технологии фрезерования высокоточных плоских поверхностей.

Основные положения работы были доложены на международных конференциях и симпозиумах. По результатам выполненных исследований по теме диссертационной работы опубликовано 13 печатных работ, из них 2 статьи в рецензируемых научных журналах из перечня рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ. Получен 1 патент.

### **Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации**

Практическую ценность работы составляют:

- способ селективного оснащения многолезвийного режущего инструмента (SLM – Selective layout method), позволяющий комплектовать инструмент режущими пластинами максимально схожими по работоспособности, в рамках которого были установлены три основополагающие схемы комплектования для реализации различных технологических задач;

- многофункциональное устройство (Патент на изобретение №2729169) для определения электрического сопротивления оксидно-карбидных керамических режущих пластин, позволяющее осуществлять оперативный неразрушающий контроль микроструктуры режущих пластин и комплектацию многолезвийного режущего инструмента под соответствующую технологическую задачу;

- практические рекомендации по оснащению многолезвийного режущего инструмента для повышения эффективности использования ресурса режущих пластин и качества изготовления прецизионных плоских поверхностей.

Теоретическая значимость полученных в ходе работы над диссертацией результатов заключается в:

- установлении влияния структурных параметров оксидно-карбидной керамики на работоспособность и износостойкость режущих пластин;
- выявлении связи различных компоновок многолезвийного инструмента при селективном подборе режущих пластин с качеством обработанной поверхности;
- разработке математической модели технологической системы многолезвийной обработки изделий с учетом неравномерности изнашивания режущих зубьев инструмента.

### **Рекомендации по использованию результатов работы**

Полученные в ходе исследования результаты, безусловно, станут полезны как для предприятий, изготавливающих режущую керамику, так и для металлообрабатывающих предприятий. Выявленные зависимости позволят изготовителям режущей керамики следить за качеством изготавливаемой продукции и проводить сортировку режущих пластин. Разработанные технологические рекомендации станут эффективным решением для повышения качества и производительности высокоточных фрезерных операций. Использование в промышленности предложенных подходов позволит повысить экономическую эффективность механической обработки с использованием режущей керамики в качестве инструментального материала, за счёт более эффективного использования каждой отдельной режущей пластины.

### **Замечания и вопросы по работе**

1. Из работы не ясно, подходит ли предложенный метод определения работоспособности оксидно-карбидных керамических пластин за счет их удельного электрического сопротивления, для керамики других типов.
2. Металлорежущие станки имеют различную компоновку. Из материалов диссертации неясно, применима ли предложенная динамическая модель

технологической системы торцевого фрезерования для станков различной компоновки.

3. Из автореферата не ясно, какой из предложенных методов определения работоспособности керамических пластин может быть рекомендован в производственных условиях.

4. В работе недостаточно подробно описана процедура оценки достоверности определения удельного электрического сопротивления и работоспособности керамических пластин методом вихретокового неразрушающего контроля.

5. В работе нет данных по определению работоспособности фрез, занимающих промежуточное положение между "низкоомной" и "высокоомной" компоновками инструмента.

Отмеченные замечания и недостатки не снижают общую значимость и ценность работы.

### **Заключение**

Диссертация «Повышение качества изготовления высокоточных плоских контактных поверхностей на основе селективного комплектования многолезвийного инструмента режущей керамикой», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор **Горшков Илья Валерьевич** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения.

Отзыв на диссертацию и автореферат диссертации **Горшкова Ильи Валерьевича** обсужден и утвержден на заседании кафедры «Технология и производство артиллерийского вооружения», протокол № 1 от 31.08.2022 года.

Заведующий кафедрой «Технология и производство артиллерийского вооружения», д.т.н., профессор



**Иванов Константин Михайлович**

Секретарь

**Колодий Мария Иосифовна**

**Сведения о ведущей организации:**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»

Почтовый адрес: 190005, г. Санкт-Петербург, ул. Красноармейская, д.1

Официальный сайт в сети Интернет: <https://www.voenmeh.ru/>

e-mail: komdep@bstu.spb.su

Телефон: +7 (812) 316-23-94