

## ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертационной работе «Повышение эффективности гидроабразивного резания путем создания полимерной оболочки на поверхности абразивного зерна», представленной Кожус Ольгой Геннадьевной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»

### **Актуальность темы диссертационной работы**

Диссертационная работа Кожус О.Г. посвящена решению актуальной для современного производства задачи повышения эффективности метода гидроабразивного резания. В настоящее время гидроабразивное резание является активно развивающейся технологией обработки различных материалов, которая используется во многих отраслях промышленности. Одним из недостатков данного метода, который затрудняет и сокращает объемы его применения в промышленности является достаточно высокая стоимость обработки. Основная доля затрат составляет абразивный материал и фокусирующие трубки – расходные материалы.

В настоящее время предприятия вынуждены использовать исключительно импортный гранатовый песок, привезенный из Австралии, Индии или Китая в условиях отсутствия импортозамещения.

Это связано с тем, что использование отечественных абразивов оказалось невозможным, т.к. нет похожих по свойствам абразивов на гранатовый песок. Анализ показал, что отечественное сырье либо не обладает заданной твердостью и, соответственно, не обеспечивает высокую производительность, либо излишне твердое, что приводит к интенсивному изнашиванию фокусирующих трубок. Однако использование абразива более твердого, чем гранат представляет производственный интерес, т.к. это потенциально позволит увеличить скорость резки материалов и соответственно расширит технологические возможности имеющегося оборудования.

В этой связи идея создания полимерной оболочки на поверхности абразивов, которая позволит снизить износ фокусирующей трубки за счет изоляции острых граней абразива и обеспечит контакт при движении в сопле полимерной оболочки с его поверхностью, является очень важной, перспективной и представляет собой высокий научный интерес. Таким образом можно с уверенностью сделать вывод о том, что тема диссертации является актуальной и практически значимой.

## **Новизна исследований и полученных результатов**

Научная новизна исследований и результатов, представленных в диссертационной работе, не требует принципиальных корректив и может трактоваться так же как она сформулирована в тексте автореферата и диссертации, а именно:

- в разработке математической модели прочности адгезии по границе контакта абразив-полимер, учитывающей изменение свободной энергии адгезии полимера к поверхности абразива при возникающих деформациях, что позволило выявить взаимосвязь прочности полимерного покрытия с его механическими свойствами (предел прочности, модуль Юнга) при известных геометрических характеристиках абразива;

- в получении теоретических зависимостей прочности адгезии контакта абразив-полимер с учетом взаимодействия со стенками камеры смешивания сопла, канала фокусирующей трубки и поверхностью обрабатываемого материала, что позволило установить необходимые требования к механическим свойствам абразива и полимера для сохранения целостности покрытия в процессе эксплуатации.

## **Обоснованность и достоверность научных положений и выводов**

Оценка достоверности результатов исследования определяется обоснованностью использованных теоретических зависимостей, допущений и ограничений, корректностью постановки задач, применением известных математических методов и подтверждается согласованием результатов теоретических исследований с экспериментальными данными, а также использованием результатов работы в промышленности.

Новизна полученных результатов подтверждается публикациями, сделанными в открытой печати в известных изданиях, доступных широкому кругу читателей, рядом выступлений на специализированных научных конференциях.

Таким образом, данные теоретического анализа и экспериментальных исследований отвечают требованиям новизны и достоверности. Результаты позволяют положительно оценить перспективы повышения эффективности гидроабразивного резания в промышленном использовании данной технологии, что дает основание говорить о ценности для науки и практики выполненной работы.

В выводах полностью отражены результаты диссертационной работы.

## Оценка содержания диссертации

**Диссертационная работа состоит из:** введения, четырех глав, выводов, списка литературы из 90 источников и приложений, содержит 169 страниц основного текста, 22 таблицы, 52 рисунка.

**Объем автореферата – 16 страниц.**

**Первая глава** посвящена анализу типов абразивных материалов для повышений производительности гидроабразивного резания и данных об износе фокусирующей трубки сопла, что позволило обосновать необходимость нанесения полимерной оболочки на абразивное зерно и определить требования к качеству ее формирования в зависимости от протекающих физико-химических процессов.

**Во второй главе** получены теоретические зависимости для определения прочности контакта абразив-полимер, с учетом протекающих процессов взаимодействия со стенками камеры смешивания сопла, канала фокусирующей трубки и поверхностью обрабатываемого материала, что позволило выбрать тип абразива, полимера и толщину покрытия, для обеспечения ее целостности в процессе эксплуатации.

**В третьей главе** получены экспериментальные данные о прочности абразива в полимерной оболочке, об эффективности покрытия и технологических возможностях при гидроабразивном резании, что позволило оценить степень влияния полученной полимерной оболочки на поверхности абразива на производительность гидроабразивного резания и снижение износа фокусирующей трубки сопла.

**В четвертой главе** разработаны технологические рекомендации нанесения полимерной оболочки на абразивное зерно в процессе микрокапсулирования, что позволило получить требуемую однородность и толщину покрытия, а так же обеспечить целостность полимерной оболочки в процессе эксплуатации.

**В заключении** сформулированы общие выводы по работе.

**В приложении** представлено свидетельство о государственной программы для ЭВМ и акт внедрения результатов исследования.

### **Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций диссертанта**

Научное значение работы заключается в том, что на основе обобщения и систематизации большого объема фактических данных, теоретических и

экспериментальных исследований в диссертационной работе установлены основные зависимости и проведен расчет прочности адгезии контакта абразив-полимер, что позволило установить необходимые требования к механическим свойствам абразива и полимера для сохранения целостности покрытия в процессе эксплуатации при гидроабразивном резании.

Практическое значение работы заключается:

- в разработке технологических рекомендаций нанесения полимерной оболочки на абразивное зерно в процессе микрокапсулирования, что позволяет получить требуемую однородность и толщину покрытия, а так же обеспечить целостность полимерной оболочки в процессе эксплуатации.

- в разработке методики расчета прочности адгезии контакта абразив-полимер с учетом взаимодействия со стенками камеры смешивания сопла, канала фокусирующей трубки и поверхностью обрабатываемого материала, что позволило установить необходимые требования к механическим свойствам абразива и полимера для сохранения целостности покрытия в процессе эксплуатации.

- в разработке и регистрации программы для ЭВМ №2018662137 «Расчет сушки кипящего слоя для сушки абразивных материалов в полимерной оболочке производительностью 0,7 кг/с», что позволило рассчитывать температуру сушки полимерного покрытия на поверхности абразива в кипящем (псевдоожигенном) слое при инкапсулировании и исключать агломерацию частиц.

- в получении регрессионной зависимости расчета сыпучести абразива в полимерной оболочке от режимов нанесения покрытия, что позволило характеризовать шероховатость полимерной оболочки и делать оценку транспортируемости абразива по каналам гидроабразивной установки.

- в разработке методики оценки динамической прочности абразива в полимерной оболочке и оценки эффективности покрытия поверхности частицы полимером, что позволило судить об адгезионных свойствах контакта абразив-полимер.

Кроме того, можно отметить потенциальную возможность повышения производительности резания ввиду наличия в струе жидкости частиц полимерного покрытия, которое повышает вязкость жидкости, а, следовательно, и производительность обработки, что было доказано работами Е.Н. Петухова, г. Владимир. Высокая практическая ценность работы состоит в увеличении ресурса фокусирующих трубок и снижении себестоимости обработки.

## **Соответствие работы требованиям, предъявляемым к диссертациям**

Диссертация является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы и непротиворечивы.

### **Оценка языка и стиля диссертации и автореферата**

Диссертация и автореферат написаны грамотным техническим языком, стиль изложения лаконичен и свидетельствует о владении автором соответствующей научной терминологией. Текстовый, иллюстративный материал и стиль диссертационной работы соответствует требованиям, предъявляемым к научным публикациям. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертационной работы.

### **Основные замечания**

1. В работе не представлены данные об адекватности используемой математической модели адгезии. Непонятно на каком основании автор решил использовать именно ее.
2. По моему мнению, в работе недостаточно представлен графический материал, иллюстрирующий связь механических свойств абразивного зерна и покрытия с их адгезионными свойствами.
3. На с.61 в формуле (2.45), а также в формуле (2.54) на С. 69 для расчета энергии адгезии допущена техническая ошибка, пропущена степень, из-за чего физический смысл явления, описываемый этой формулой, может быть понят не правильно.

### **Заключение по диссертационной работе**

Оценивая диссертацию в целом, следует отметить, что она является законченной научно-квалификационной работой, содержащей научно обоснованные технологические решения по повышению эффективности гидроабразивного резания путем создания полимерной оболочки на поверхности абразивного зерна.

Диссертационная работа Кожус О.Г. по своему содержанию соответствует паспорту специальности 05.02.07 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки». Диссертация

соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, которые определены в п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» №842 от 24.09.2013 г., а ее автор, Кожус Ольга Геннадьевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент  
Заведующий кафедрой СМ-12 «Технологии  
ракетно-космического машиностроения»  
д.т.н. по специальности 05.02.13 –  
Машины, агрегаты и процессы, профессор

А.Л. Галиновский



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Московский государственный технический  
университет имени Н.Э. Баумана» (Национальный исследовательский  
университет)

Адрес: 105005, Москва, 2-ая Бауманская ул. д. 5, стр. 1

Телефон +7 499 263 65 96

Эл.почта: a\_galinovskiy@bmstu.ru