

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Соломина Дмитрия Евгеньевича «Прогнозирование шероховатости
поверхностей деталей и производительности процесса магнитно-абразивной
обработки алюминиевых сплавов методами стохастического
моделирования», представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование
механической и физико-технической обработки.

Актуальность темы

Магнитно-абразивная обработка – один из видов отделочной операции, обеспечивающей заданную шероховатость обработанной поверхности. В отличие от других видов абразивной обработки, скорости резания невысоки, а, следовательно, невысока и температура в зоне контакта зерен с обрабатываемой поверхностью. Это, с одной стороны, устраняет целый ряд дефектов на обработанной поверхности, а с другой – снижает и производительность обработки.

Съем металла и формирование на обрабатываемой поверхности микропрофиля, связанные с массовым взаимодействием вершин магнитно-абразивных зерен с обрабатываемым материалом, являются стохастическими процессами. Это приводит к тому, что величина параметров шероховатости обработанной поверхности и время ее обеспечения, являются случайными и имеют разброс значений.

Поскольку сплавы на основе алюминия являются парамагнитными материалами, их магнитно-абразивная обработка отличается от глубоко исследованной обработки сталей, и имеет особенности, связанные с распределением магнитных полей. Поэтому практические рекомендации по выбору геометрических параметров индукторов, режима обработки, характеристик порошка, позволяющих обеспечить заданную на чертеже шероховатость поверхности, в литературе практически отсутствуют.

Диссертационная работа Соломина Дмитрия Евгеньевича посвящена определению параметров шероховатости и времени их получения на операциях магнитно-абразивной обработки алюминиевых сплавов. Соискатель доказывает, что определение этих параметров возможно на этапе технологической подготовки производства. При этом он гарантирует получение не только средних значений параметров шероховатости, но и рассчитывает полигоны их распределения, что дает возможность прогнозировать надежность обеспечения этих параметров. Поэтому тема диссертационной работы Соломина Дмитрия Евгеньевича является актуальной и своевременной.

Научная новизна выполненных исследований.

1. Разработана и экспериментально обоснована имитационная стохастическая модель формирования профиля шероховатости поверхности для операции магнитно-абразивной обработки алюминиевых сплавов (на примере Д16Т), учитывающая размеры магнитно-абразивных зерен, законы

распределения радиусов округления их вершин, глубин внедрения вершин зерен, геометрические и магнитные характеристики индуктора, режим резания. Разработке модели посвящены параграфы 2.2, 2.3 и 3.7 диссертации, а ее адекватность доказана в главе 4.

2. Установлено, что распределение радиусов округления вершин зерен подчиняется экспоненциальному закону и определяет формирование параметров шероховатости поверхности, а также время их достижения. Это обосновано и доказано в параграфе 3.4 диссертации

Практическая значимость работы.

1. Разработана методика для проектирования операций магнитно-абразивной обработки алюминиевых сплавов, что подтверждено расчетами и графическими материалами, приведенными в параграфах 4.4 и 4.5 диссертации.

2. Реализованы методики построения полигонов распределения параметров шероховатости обработанной поверхности при магнитно-абразивной обработке и расчета сил резания при магнитно-абразивной обработке. Получены свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

3. Основные результаты диссертационной работы, согласно актам внедрения, прошли апробацию на промышленном предприятии ООО «Харвест», математическая модель расчета параметров шероховатости при магнитно-абразивной обработке принята к внедрению в учебный процесс направления подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», соответственно, на ООО "Харвест" и в Алтайском государственном техническом университете им. И.И.Ползунова.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Теоретические исследования проводились на базе научных основ технологии машиностроения, теории резания, фундаментальных положений теории пластичности и упругости, методов конечных элементов и математического моделирования. Подтверждение теоретических положений обеспечивалось экспериментальными методами лабораторных исследований с обработкой экспериментальных данных.

Экспериментальные исследования проводились на современном оборудовании, данные обрабатывались с помощью методов математической статистики с использованием статистических критериев.

Общая характеристика диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, общих выводов, списка литературы, включающего 132 наименования, 5 приложений. Диссертация изложена на 150 страницах печатного текста, содержит 114 рисунков и 17 таблиц.

Аннотация в основном изложена правильно, достаточно полно и объективно отражает содержание диссертации.

Первая глава посвящена анализу исследований по теме диссертации. Автор сравнивает различные методы отделочной обработки. Показано, что магнитно-абразивное полирование имеет преимущества при обработке фасонных поверхностей. Однако распределение магнитных полей при обработке алюминиевых сплавов может привести к низкой производительности операции. Анализ математических моделей для расчета шероховатости обработанной поверхности показал преобладание эмпирических зависимостей. Аналогичный подход имеет место и при расчете силы резания - определяющей производительность обработки. Эти модели и формулы обычно позволяют рассчитывать средние значения параметров и не характеризуют стабильность их обеспечения.

На основании этого анализа грамотно сформулирована цель и задачи исследования.

Во второй главе описана структурная модель операции магнитно-абразивной обработки – основа для создания математической модели. Сформирован принцип стохастического моделирования, где в качестве исходных данных используются законы распределения глубины внедрения вершин зерен в обрабатываемый материал, радиусов округления этих вершин и их распределения по поверхности инструмента является массив профилограмм обработанной поверхности, по которой рассчитываются параметры шероховатости. Это позволяет интервально оценить все параметры шероховатости для конкретных условий обработки.

Третья глава посвящена построению стохастической модели формирования профилограмм обработанной поверхности и расчету полигонов распределения параметров шероховатости. В соответствии с разработанным подходом сначала рассчитываются магнитные, затем контактные силы между зернами. Из условия равновесия зерен определяется максимальная сила и глубина резания. Затем с помощью стохастического моделирования с использованием законов распределения случайных параметров генерируются профилограммы обработанной поверхности, по которым рассчитываются параметры шероховатости и строятся полигоны их распределения. Особо хочется отметить, что автор показывает, как на основе предложенного им подхода можно рассчитать такой важный параметр, как относительную опорную длину профиля.

В связи с действием случайных факторов, время обработки до достижения заданной шероховатости также является случайным. Поэтому производительность обработки также имеет разброс значений. Автор показывает, как можно определить время, гарантирующее получение заданной шероховатости.

В четвертой главе описаны экспериментальные исследования, доказывающие адекватность разработанной стохастической модели: описано оборудование и методика проведения экспериментов, показано сравнение расчетных и экспериментальных значений шероховатости и съема металла при обработке, доказана адекватность моделей для расчета силы резания. На

основе анализа распределения магнитных и контактных сил предложена методика выбора конструкции индукторов малого диаметра, а также разработан алгоритм проектирования операции магнитно-абразивной обработки.

Общие выводы по работе соответствуют цели и задачам исследований и полностью характеризуют заявленные научную новизну и практическую значимость работы.

Материалы диссертации изложены последовательно и грамотно, факты и предложения аргументированы, оформление в целом качественное. Основные положения диссертации опубликованы в 16 печатных работах, в том числе: 1 работы опубликована в рецензируемых журналах, индексируемых международными реферативными базами данных Web of Science или Scopus, 3 работы опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, получено 3 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

Замечания по работе

1. Большую часть п.2.1 следовало отнести к обзорной главе.
2. В работе рассматривались поверхности прямолинейного профиля, неясно как применить полученные зависимости при проектировании операции полирования криволинейных поверхностей прессформ.
3. Утверждение на стр. 41 о постоянстве размерного съема во времени не может быть верным, поскольку по выводам автора съем зависит от исходной шероховатости поверхности, а она меняется при обработке, «...сначала медленно, затем более интенсивно...» по словам автора.
4. Термин «разброс шероховатости» стоило бы заменить более адекватными математическими терминами.
5. Формулировка вывода 3 по 2 главе неверна. Сила резания при абразивной обработке является одним из факторов, определяющих глубину резания. Речь может идти только о иной методике расчета, но в начале 3 главы автор также приводит первым этапом определение силы резания.
6. Название рисунка 3.10 не соответствует содержанию.
7. В пп.3.5 неясно, как соотносится реальная плотность расположения зерен при МАО и при эксперименте для определения количества рисок на силикатном стекле.
8. Автор не объясняет наличие локальных оптимумов в экспериментальной кривой на рис 3.37,3.38 для распределения съема и параметров шероховатости.
9. Расчетная кривая для параметра Ra снижаемой шероховатости не укладывается в общепринятые представления о абразивной обработке. Необходимы пояснения.
10. Неясно, как при расчете в АНСИС назначались прочностные характеристики обрабатываемого материала для столь тонких слоев. Справочные данные для моделирования микрорезания малоприменимы.

11. Прилагательное «сложнопрофильный» пишется вместе, «магнитно-абразивная»- через дефис.

Приведенные замечания в целом не являются принципиальными, не оказывают значимого влияния на основные теоретические и практические результаты диссертационной работы, ее значимость и общую положительную оценку.

Заключение

На основании вышеизложенного считаю, что представленная диссертация Соломина Дмитрия Евгеньевича «Прогнозирование шероховатости поверхностей деталей и производительности процесса магнитно-абразивной обработки алюминиевых сплавов методами стохастического моделирования» является законченной научно-квалификационной работой, базирующейся на достаточном количестве экспериментальных и теоретических исследований.

Полученные автором диссертации результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы.

Диссертационная работа в полной мере отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям в п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, и содержит выводы и результаты, позволяющие квалифицировать их как решение научной задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний.

Ее автор, Соломин Дмитрий Евгеньевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 - Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Официальный оппонент:

доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой «Технологии и
оборудование машиностроения» ФГБОУ ВО
«Пензенский государственный университет»,
д.т.н. по специальностям 05.02.08, 05.02.07.
440026 г. Пенза, ул. Красная, 40, учебный
корпус №4, ауд.106.

Тел. 8 (8412) 208430

E-mail: azwer@mail.ru

Зверовщиков
Александр Евгеньевич

(подпись)

(дата)

Подпись доктора технических наук,
профессора А.Е. Зверовщикова
удостоверяю:

Ученый секретарь Ученого Совета

ПГУ к.т.н., доцент

(степень)



Дорофеева
Ольга Станиславовна

(ФИО, полностью)