

В диссертационный совет Д 999.115.03
при ФГБОУ ВО «Орловский
государственный технический университет
имени И. С. Тургенева», ФГАОУ ВО
«Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет», ФГБОУ ВО «Липецкий
государственный технический
университет»

302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29,
ауд. 212.

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Владимирова Александра Андреевича

на тему: «СНИЖЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ
ВИБРАЦИОННОМ ТОЧЕНИИ ЗА СЧЕТ ОПТИМИЗАЦИИ АМПЛИТУДНО-
ЧАСТОТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА»,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.02.07 – Технология и оборудование механической и
физико-технической обработки

1. Актуальность темы диссертации

В изделиях машиностроения широко используются материалы, обладающие высокими механическими характеристиками. К таким деталям относятся детали горно-металлургического оборудования: конусных дробилок, героторных насосов и т.д. Часто при обработке подобных деталей наблюдается ухудшение шероховатости поверхности за счет налипания частиц обрабатываемого материала на вершине резца в виде нароста и снижение периода стойкости режущего инструмента. Автором работы предлагаются изменения технологии обработки путем придания резцу низкочастотных маятниковых колебаний, которые позволяют избежать образования нароста и обеспечить дробление стружки.

Для научного обоснования возможностей предлагаемой технологии вибрационного точения автор рассматривает вопросы, связанные с разработкой математической модели определения высоты микронеровностей обработанной поверхности в зависимости от кинематики движений резца и заготовки и соотношений частоты колебаний и частоты вращения заготовки.

Важным практическим вопросом эффективного использования точения с наложением вибраций, рассмотренным в работе, является разработка конструкции вибрационной головки. Автором установлены рациональные диапазоны амплитудно-частотных условий вибрационного точения, обеспечивающих получение заданных параметров шероховатости. Разработаны рекомендации по проектированию вибрационных устройств.

В диссертационной работе решена важная научная задача уменьшения шероховатости обрабатываемой поверхности при вибрационном точении за счет оптимизации амплитудно-частотных параметров процесса. На основании этого тема диссертационной работы Владимирова А.А. является актуальной, как для развития методов обработки резанием, так и в прикладном плане для совершенствования технологии обработки деталей горно-металлургического оборудования из материалов с высокими прочностными характеристиками.

2. Новизна проведенных исследований и полученных результатов

Наиболее важными полученными в диссертации результатами исследований, обладающими новизной, являются:

- характер влияния низкочастотных маятниковых колебаний генерируемых в зоне резания на механизмы образования стружки и наростов и улучшение обрабатываемости за счет ликвидации наростообразования и получения дробленной или элементной стружки;

- модель для определения составляющей высоты шероховатости, зависящей от кинематики процесса вибрационного точения, характеризующая зависимость высоты шероховатости от соотношения частоты колебаний и частоты вращения заготовки;

- обобщенная функция комплексного вибрационного воздействия основных параметров вибрационного точения (виброскорости, вибрационного ускорения и энергии рассеивания), определяющая комплексное влияние параметров колебаний при вибрационном точении на шероховатость обрабатываемой поверхности.

3. Степень обоснованности и достоверности основных положений и выводов диссертационной работы

Автором работы выделены 7 основных выводов и научных положений. Все выводы обоснованы результатами исследований, представленными в соответствующих главах диссертации.

Первый вывод обосновывает необходимость проведения исследований по изучению влияния наложения колебаний на режущий инструмент в процессе резания. Показана целесообразность применения маятниковых колебаний, которые реализуют суммарное воздействие нормальных и тангенциальных составляющих в деформационных, силовых и энергетических процессах, протекающих в зоне резания. Обосновано применение низкочастотных колебаний, заключающееся в комплексном вибрационном воздействии на процесс резания, что вызывает дробление сливной стружки, удаление нароста с вершины резца и препятствует его образованию, обеспечивая при этом получение заданной шероховатости обработанной поверхности. Вывод построен на результатах, представленных в главе 1 диссертации (с. 18-45). Далее поставлены задачи исследований, полученные результаты используются в главах 2-5.

Второй вывод констатирует, что было спроектировано и изготовлено устройство для вибрационного резания, с возможностью регулировки в широком диапазоне амплитудно-частотных параметров, реализующееся с помощью применения частотного преобразователя и конических элементов качания механизма резцедержателя, обеспечивающих получение заданных геометрических и эксплуатационных характеристик устройства; получен патент на изобретение №2675440. Вывод основан на результатах, представленных в главе 2 (с.47-53). Данное устройство используется в главах 3-5 при определении технологических режимов вибрационного точения.

Третий вывод представляет разработку конечноэлементной модели процесса резания. Модель позволила выявить характер влияния режимов вибрационного резания на силы резания, поля напряжений и деформаций и температуру резания. Вывод обоснован результатами, представленными в главе 3 (с.83-93).

Четвертый вывод представляет модель для определения составляющей высоты шероховатости в зависимости от кинематики процесса вибрационного

точения. Она позволила определить зависимость высоты шероховатости от соотношения частоты колебаний и частоты вращения заготовки. В результате установлено, что для каждой частоты вращения заготовки существует диапазон частот колебаний режущего инструмента, при котором соблюдается условие получения минимальной высоты микронеровностей поверхности. Показано, что определение оптимального диапазона частот колебаний сводится к назначению таких частот, при которых количество колебаний режущего инструмента на один оборот заготовки будет кратно определенному целому значению. Для частоты вращения 355 об/мин кратность числа колебаний составит 6; для 450 об/мин – 8; для 560 об/мин – 9. Вывод основан на результатах, представленных в главе 4 (с.93-108).

Пятый вывод констатирует, что разработана математическая модель процесса вибрационного точения с маятниковыми колебаниями в виде обобщенной функции вибрационного воздействия с составляющими скорости резания ($A\omega$), силы резания ($A\omega^2$) и энергии рассеяния ($A^2\omega^2$), которые характеризуют их комплексное влияние на параметры точности и шероховатость поверхности. Представлены результаты влияния составляющих обобщенной функции вибрационного воздействия низкочастотных колебаний, которая суммирует скорость и силу резания, и энергию рассеяния в зоне резания на процесс стружкообразования. Разработанная математическая модель обобщенной функции вибрационного воздействия объединяет три основных параметра вибрационного резания, в результате установлена комплексная взаимосвязь с параметрами шероховатости. Вывод основан на результатах главы 4 (с.116-137).

Шестой вывод констатирует, что разработаны рекомендации по назначению режимов виброрезания для получения требуемых параметров шероховатости поверхности. В результате проведенной оптимизации режимов вибрационного точения установлено, что для получения минимального значения шероховатости необходимо назначение при амплитуде $A = 100$ мкм частоты колебаний в диапазонах от 5 до 15 Гц и от 40 до 60 Гц. При этом уменьшение шероховатости обеспечивается максимальным воздействием энергетической составляющей обобщенной функции вибрационного воздействия, а высокая частота колебаний препятствует процессу наростообразования. Вывод основан на результатах главы 4 (с.137-141).

Седьмой вывод констатирует, что результаты работы прошли промышленную апробацию на ООО ОЗДМ «Деско». Вывод подтверждается актом, приведенным в приложении А.

В целом представленные в диссертации научные положения, математические модели и приведенные результаты расчетов подтверждают обоснованность сделанных выводов. Применение современных измерительных приборов и методик исследования, использованных автором при проведении экспериментов и сравнение их с результатами расчетов, а также проведение экспериментов на спроектированном оборудовании с использованием оптимизационных градиентных методов, подтверждается соответствием результатов расчетов и эксперимента.

Также достоверность результатов исследований подтверждена апробацией на конференциях и актами внедрения в производство и учебный процесс.

4. Теоретическая и практическая значимость полученных результатов диссертационной работы

Теоретическая значимость результатов диссертационной работы заключается в разработке:

- модели для определения составляющей высоты шероховатости, зависящей от кинематики процесса вибрационного точения, характеризующей зависимость высоты шероховатости от соотношения частоты колебаний и скорости вращения заготовки;

- обобщенной функции вибрационного воздействия, описывающей комплексное суммарное влияние трех основных факторов воздействия маятниковых колебаний в зоне резания: виброскорости ($A\omega$), виброускорения, как составляющей силы резания ($A\omega^2$) и энергии рассеивания в зоне резания ($A^2\omega^2$), что позволило определять параметры шероховатости поверхности при комплексном воздействии маятниковых колебаний резца в зоне резания на механизм стружкообразования.

Практическая значимость результатов работы заключается в разработке и создании:

- конструкции механизма формирования колебаний маятникового типа с возможностью регулировки частоты и соотношения касательных и нормальных составляющих амплитуды колебаний;

- рекомендаций по назначению режимов виброрезания для получения требуемых параметров шероховатости поверхности.

5. Оценка содержания и оформления диссертации

Диссертация изложена на 195 страницах и состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы на 145 наименований и 6 приложений. Представленная диссертация характеризуется логичностью изложения и завершенностью.

Диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне. Проведенные исследования решают крупную научно-техническую задачу и вносят существенный вклад в теорию и практику производства деталей из материалов с высокими прочностными характеристиками. Представленные материалы написаны корректным, технически грамотным языком, сопровождаются наглядными графическими иллюстрациями. Для подтверждения результатов диссертации автором проведен необходимый и достаточный объем расчетов и экспериментальных исследований на высоком методическом уровне.

В автореферате и публикациях автора достаточно полно отражено содержание диссертационной работы и выдвигаемые на защиту научные положения.

6. Замечания по диссертационной работе

К недостаткам работы следует отнести:

1. Цель работы, представленная на с. 45, не совпадает с целью, приведенной на с. 6 диссертации и с. 4 в автореферате.

2. В работе указана группа материалов 12X18H10T, 40X13, ШХ15, 110Г13Л, но все эксперименты выполнены только на материале 12X18H10T, с обработкой которого больших проблем нет.

3. Известно, что при обработке с высокими скоростями резания нароста на резце нет, при этом температура резания должна превышать 600 °С. Автор специально создает себе проблему, работая при температуре 230 °С.

4. Согласно выводам научных школ Силина С.С. и Макарова А.Д. оптимальное резание стали 12X18H10T резцом ВК8 наблюдается при температуре 750 °С. При этом наблюдается минимальная интенсивность износа инструмента и минимальная высота микронеровностей.

5. В диссертации нет данных о геометрии инструмента, а она может существенно влиять на шероховатость обработанной поверхности.

6. Исследования выполнялись при одной подаче 0,26 мм/об.

7. Не была исследована взаимосвязь между шероховатостью поверхности и износом режущего инструмента при вибрационном точении.

8. Хотелось бы видеть сравнение виброрезания с резанием в условиях оптимального резания по износу инструмента, шероховатости и производительности обработки.

9. График на рис. 11 автореферата (рис. 4.12 диссертации) показывает, что наименьшая шероховатость по параметру Ra наблюдается при частоте 0 Гц, то есть без вибрации.

Вместе с тем, указанные замечания не снижают значимости основных теоретических и практических результатов исследования.

7. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней»

Диссертационная работа Владимирова А. А. «Снижение шероховатости поверхности при вибрационном точении за счет оптимизации амплитудно-частотных параметров процесса», является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена научная задача обеспечения заданной шероховатости поверхности при вибрационном точении за счет оптимизации амплитудно-частотных параметров обработки. Работа содержит новые научно-обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

Предложенные автором решения аргументированы, работа содержит новые научные результаты и положения, свидетельствующие о личном вкладе соискателя в науку. Содержание опубликованных работ и автореферат раскрывают основные положения и выводы диссертационного исследования. Автореферат соответствует тексту диссертации.

В целом считаю, что диссертационная работа отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям и соответствует п. 9-14 «Положения о присуждения ученых степеней» (Постановление правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842), а ее автор Владимиров Александр Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по

специальности 05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Официальный оппонент:

доктор технических наук, профессор, заведующий
кафедрой мехатронных систем и процессов
формообразования имени С.С. Силина
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования «Рыбинский государственный
авиационный технический университет
имени П.А. Соловьева»

Наименование научной специальности, по которой защищена докторская
диссертация: 05.02.07 – «Технология и оборудование механической и физико-
технической обработки»

Д.И. Волков 6.04.13

Волков Дмитрий Иванович

E-mail: d_i_volkov@rsatu.ru

Тел.: 8 (4855) 222-556

152934, г. Рыбинск, ул. Плеханова, д. 2, Первый корпус, каб. 226.

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

Подпись Волкова Д.И. подтверждаю проректор по научной работе и
инновациям ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный
технический университет имени П. А. Соловьева»,
доктор технических наук, профессор

