

ОТЗЫВ

официального оппонента Михайлова Станислава Васильевича на диссертацию и автореферат Леквишвили Марии Анатольевны, подготовленную на тему «Повышение износостойкости концевых фрез путем расчетно-экспериментального обоснования геометрических параметров режущей части инструмента» и представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 - Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

Актуальность выполненной работы

Диссертационная работа Леквишвили М.А. посвящена решению актуальной научно-технической задачи расчетного обоснования геометрических параметров режущей части широко применяемых в настоящее время твердосплавных концевых фрез. Выполненные автором исследования позволили создать программный комплекс, направленный на решение востребованных современным производством задач проектирования и выбора оптимальных конструкций цельных концевых фрез.

Результаты исследований, разработанные модели и расчетные программы, могут быть полезны в металлобрабатываемой промышленности и инструментальных предприятиях.

Структура и содержание работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, содержащего 186 наименований источников информации, и 5-ти приложений. Работа изложена на 161 страницах машинописного текста, включающего 83 рисунка и 19 таблиц.

Во введении соискателем обосновывается актуальность и степень разработанности темы диссертации, определены объект и предмет исследования, формулируется цель диссертационной работы и ставятся необходимые для ее достижения научные задачи. Сформулирована научная новизна, практическая значимость работы, представлены методы и средства выполненного

исследования. Сформулированы основные научные положения, выносимые на защиту. Дано обоснование достоверности достигнутых результатов, указаны сведения об апробации диссертационной работы и личном вкладе соис-кателя в науку.

В первой главе выполнен анализ литературных источников по теме диссертации. Показано современное состояние проблем выбора и проектирования концевых фрез повышенной износостойкости. Представлены результаты экспериментальных и теоретических исследований различных ученых по установлению взаимосвязи между силовыми параметрами и периодом стойкости инструмента в зависимости от его переднего угла. Анализ экспериментальных работ показал вполне ожидаемый результат. По мере увеличения переднего угла силы резания уменьшаются, а стойкость инструмента растет. По результатам изучения расчетных методов обоснования геометрических параметров инструмента сделан вывод о том, что известные модели стружкообразования не учитывают энергию вязкого разрушения, обусловленную образованием новых поверхностей при отделении срезаемого слоя от заготовки. Кроме этого, большинство моделей не учитывают влияние угла наклона режущей кромки и упрочнение обрабатываемого материала на выходные характеристики фрезерной обработки. Все эти недостатки ограничивают применение расчетных методов при выборе геометрических параметров фрез. Полученные выводы позволили сформулировать основные задачи диссертации.

Во второй главе предложена методика расчета сил резания концевыми фрезами, разработаны алгоритмы и программы расчета геометрических параметров зубьев концевой фрезы. Взятая за основу аналитическая модель стружкообразования базируется на энергетическом подходе и строится на теории, согласно которой энергетический баланс резания складывается из мощности в плоскости сдвига, энергии трения лезвия о стружку и обрабатываемую заготовку, а также мощности, связанной с образованием новых поверхностей при отделении срезаемого слоя от заготовки. С учетом особенно-

стей работы концевых фрез автором получены оригинальные аналитические выражения для расчета составляющих сил резания. Разработана расчетная программа и выполнены вычислительные эксперименты.

Применение при моделировании теоретических положений вязкого разрушения срезаемого слоя с образованием дополнительной энергии отделения срезаемого слоя от заготовки обосновывается сравнительной оценкой точности расчетов сил резания по различным известным моделям. Дополнительным аргументом в пользу такого выбора, на наш взгляд, может служить то обстоятельство, что образование новых поверхностей в процессе резания сопровождается формированием зоны вторичной пластической деформации с интенсивными деформациями, которые оказывают существенное влияние на процесс стружкообразования.

Интересным результатом вычислительных экспериментов, изложенных во второй главе, является установление экстремальной зависимости между передним углом фрезы и силой резания. Согласно расчетам можно предположить, что существует такое значение переднего угла заточки, при котором сила резания для заданных условий обработки будет иметь минимальное значение. К сожалению, в диссертации не дается прямого экспериментального подтверждения этой гипотезы, ограничиваясь экспериментальной проверкой разработанной модели расчета составляющих сил резания. С теоретической точки зрения немонотонно изменяющаяся зависимость силы от переднего угла согласуется с теорией минимума энергии. При увеличении переднего угла, угол плоскости сдвига как известно увеличивается, мощность сдвига падает, а мощность трения на передней поверхности растет. В результате зависимость суммарной мощности от переднего угла может принимать экстремальный характер с минимумом энергии.

В третьей главе дается описание методов и анализ результатов экспериментального исследования. Исследования силовых параметров резания концевыми фрезами проводились на аттестованном промышленном трехосевом обрабатывающем центре с применением высокоточного пьезокерамиче-

ского динамометра Kistler. Результаты представлены в виде зависимостей силовых параметров при фрезеровании пластичных металлов от режимов обработки и геометрических параметров режущей части.

В четвертой главе изложена методика проектирования концевых фрез с повышенным периодом стойкости для обработки пластичных материалов, показаны результаты сравнительных испытаний на стойкость разработанных и стандартных фрез. Экспериментальные исследования подтверждают увеличение периода стойкости спроектированной фрезы с оптимальными передними углами по сравнению с периодом стойкости стандартной фрезы.

В заключении диссертации изложены основные результаты и области применения выполненного исследования.

Диссертация написана грамотным техническим языком, оформлена и иллюстрирована в соответствии с предъявляемыми требованиями. Автореферат отражает основные положения и выводы диссертации.

Научная новизна исследований и полученных результатов

1. Разработана методика расчетного определения силовых параметров резания концевыми фрезами, учитывающая деформационное упрочнение и удельную работу разрушения обрабатываемого материала, связанную с образованием новых поверхностей;
2. Предложена методика выбора передних углов концевых фрез из условия минимальной силы резания.

Теоретическая значимость. Теоретическая значимость заключается в разработке методики и алгоритмов расчета силовых параметров фрезерования концевыми фрезами, обеспечивающей оценку силовых параметров процесса фрезерования концевыми фрезами и определение рациональных геометрических параметров режущей части зубьев концевой фрезы при обработке пластичных материалов.

Практическая значимость

Разработаны алгоритмы и программы выбора геометрических параметров режущей части зубьев концевых фрез. Научно-техническая новизна и

практическая значимость достигнутых результатов исследования подтверждена Свидетельством РФ №2024614116 о государственной регистрации программного комплекса «EndMills» для ЭВМ и Патентом РФ №226849 на полезную модель износостойкой цельной концевой фрезы.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и заключений, сформулированных в диссертации

Достоверность научных положений и выводов, сформулированных в диссертации, обоснована корректным использованием основ теории резания материалов, лабораторными экспериментальными исследованиями составляющих сил резания с применением современных высокочувствительных динамометров, испытаниями опытных образцов спроектированных фрез повышенной износостойкости. Полученные результаты работы согласуются с основными положениями теории резания материалов и режущих инструментов, опубликованы в ведущих научных изданиях и прошли обсуждение на всероссийских и международных научных конференциях.

Опубликование основных результатов диссертации в научной печати

По теме диссертации опубликовано самостоятельно и в соавторстве 13 работ, в том числе 9 в рецензируемых изданиях согласно Положения ВАК, получены Свидетельство РФ на программу для ЭВМ и Патент РФ на полезную модель, изданы тезисы докладов в сборниках трудов Международных и Всероссийских научно-технических конференций.

Замечания по содержанию диссертации и автореферата

1. На стр.24, рис.1.2 дано количественное сравнение расчетных значений главной составляющей силы резания R_z по формулам двенадцати авторов (от Тиме И.А. до Силина С.С., Кушнера В.С. и др). Расчетные значения сравнивались с экспериментальными данными Зорева Н.Н., полученными с помощью индикаторного динамометра и опубликованными в 1956г. Поскольку сами вычисления в диссертации не представлены, то сложно оценить выводы о точности моделей.

2. В выводах в конце каждой главы нет указаний на значение полученных результатов для достижения цели исследования

3. В автореферате на стр 8 уравнение сил резания названо уравнением энергетического баланса. Согласно тексту диссертации это уравнение мощности, приходящейся на единицу скорости резания.

4. Разработанная методика назначения передних углов не учитывает прочность концевых фрез. Большие передние углы ослабляют режущую часть инструмента, поэтому величина передних углов ограничивается прочностью лезвия инструмента, которая зависит от большого количества факторов, в том числе от свойств материала фрезы. В основном по этой причине на практике передние углы определяют экспериментальным путем.

5. Предложенная модель сил резания не учитывает реальные температуры резания, возникающие при фрезеровании, что может оказаться на точности вычислений.

6. В тексте встречаются опечатки и неудачные формулировки. Например, непонятен термин «рабочий инструмент» (стр.25 диссертации). Спорным является название винтового и торцового зубьев фрезы.

7. В диссертации даются ссылки на источники с буквой А, которые отсутствуют в списке литературы.(См. например стр.32 источники 59А, 152А.).

Мнение о научной работе соискателя в целом

Перечисленные замечания не снижают ценность проведенных исследований. Диссертационная работа Леквеишвили Марии Анатольевны «Повышение износостойкости концевых фрез путем расчетно-экспериментального обоснования геометрических параметров режущей части инструмента» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная научная задача повышения износостойкости концевых фрез путем расчетно-экспериментального обоснования геометрических параметров режущей части инструмента.

Диссертационная работа соответствует пунктам 1, 2, 4 Паспорта специальности 2.5.5 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки», а именно:

- теория и практика проектирования, оптимизация параметров, включая использование современных методов информационных технологий;
- теоретические основы, моделирование и методы экспериментального исследования процессов механической обработки;
- проектирование, расчеты и оптимизация параметров инструмента.

Заключение

Диссертационная работа «Повышение износостойкости концевых фрез путем расчетно-экспериментального обоснования геометрических параметров режущей части инструмента» соответствует требованиям, предъявляемым Положением ВАК к кандидатским диссертациям (см. пункты 6 и 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013г. №842 с дополнительными изменениями от 20.03.2021г. №426), а ее автор Леквеишвили Мария Анатольевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 - Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Официальный оппонент, д.т.н., профессор,
профессор кафедры «Автоматика, микропроцессорная
техника и технология машиностроения»
(05.03.01 – Технологии и оборудование механической
и физико-технической обработки)

Станислав Васильевич Михайлов

11.09.2024г

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромской государственный университет»

Адрес: 156005, Россия, Костромская область, г. Кострома, ул. Дзержинского, д. 17

Телефон: +7-906-609-85-33, E-mail: michsv@yandex.ru

Дата: 10.09.2024 г.

Выражаю свое согласие на включение своих персональных данных в аттестационные документы соискателя ученой степени кандидата технических наук Леквеишвили Марии Анатольевны и их дальнейшую обработку.

..... Станислав Васильевич Михайлов

11.09.2024г

