Министерство Образования Российской Федерации

Тольяттинский Государственный Университет

Кафедра “Технология машиностроения”

**Отчет по научно-исследовательской работе на тему:**

**«Совершенствование конструкции торцевых фрез»**

Студент: Колеконова Ю.Н.

Группа: ТМ-402

Научный руководитель: Логинова Л.А.

Преподаватель: Бобровский А.В.

Тольятти, 2006

УДК 530

Аннотация

Колеконова Ю.Н. Совершенствование конструкции торцевой фрезы. Отчет по научно-исследовательской работе. Тольятти: ТГУ, 2006 г.

Отчет по научно-исследовательской работе – 21 стр.

Так как развитие современного машиностроения предъявляет новые требования к современному режущему инструменту, к разработке более экономичных технологий его производства. В данной работе обсуждается проблема совершенствования конструкции торцевых фрез. Предлагаются новые современные методы решения классической задачи совершенствования конструкции торцевых фрез.

Описываются современные методы и алгоритмы, используемые при решении данной задачи.

**Содержание**

Введение

1. Изучение описанных в литературе усовершенствований

Описание объекта, выявление недостатков

Цель усовершенствования

Алгоритм проведения научных исследований и устранение недостатков

Описание усовершенствованного объекта

2. Совершенствование торцовой фрезы

Заключение

Список используемой литературы

**Введение**

Рост требований к качеству выпускаемой продукции определяет необходимость повышения качества отдельных деталей. Это увеличивает долю чистовых операций в общей трудоемкости изготовления деталей, что объясняется также уменьшением припусков на обработку за счет использования таких современных методов получения заготовок, как литье под давлением, изготовление деталей из металлопорошков, прокатка точных профилей и т. д. Поэтому особое внимание необходимо уделять повышению качества и эффективности чистовой и получистовой обработки чугунов и закаленных сталей.

В последнее время широкое распространение получили методы окончательной обработки плоских поверхностей чистовыми торцовыми фрезами. Это объясняется тем, что фрезерование, по сравнению со шлифованием, характеризуется более высокой производительностью и размерной стойкостью инструмента и обеспечивает меньшее количество дефектов поверхностного слоя. Обработке подлежат ответственные детали машин, высокоточного оборудования, металлорежущих станков и т. п. Работоспособность таких деталей требует обеспечения необходимой контактной жесткости и износостойкости соединений, поэтому они должны иметь минимальные отклонения от плоскостности и необходимую шероховатость поверхности.

При конструировании торцовых фрез часто не учитываются особенности финишной обработки — резания с малыми толщинами среза, неудовлетворительно решаются вопросы полного участия режущих элементов в резании и возобновления режущей способности фрез. Это приводит к повышенной динамике процесса фрезерования и не позволяет полностью реализовать уникальные режущие свойства.

Проектирование торцовых фрез является многовариантной задачей, при этом отсутствуют четкие критерии их рациональной конструкции. В настоящей научной работе рассматриваются некоторые направления совершенствования конструкций фрез.

**1 Описание торцевой фрезы**

Торцовая фреза кроме главной режущей кромки 7 у зуба фрезы имеет вспомогательную режущую кромку 8 и переходную 9 шириной f0. главный угол φ в плане торцовой фрезы измеряют между проекцией главной режущей кромки зуба на осевую плоскость и направлением подачи. Вспомогательный угол φ1 в плане составляет 5—10°. Чем он меньше, тем меньше шероховатость обрабатываемой поверхности. Переходная режущая кромка повышает прочность режущей части зуба. Главный передний и главный задний углы измеряют в плоскости, перпендикулярной проекции главной режущей кромки зуба на осевую плоскость.

В результате обратного мозгового штурма выявляем следующие основные недостатки торцовых фрез:

1. Во время работы фрезы на передней поверхности зуба в середине контактных площадок образуются продольные трещины, перпендикулярные к режущей кромки. По мере работы фрезы эти трещины увеличиваются, распространяясь на заднюю поверхность зуба. Высокие температуры на контактных площадках. Высокая амплитуда колебаний за время рабочего и холостого ходов. Низкая эффективность. Высокая себестоимость.

2. Периодическое изменение сил резания при фрезеровании представляет собой источник внешних воздействий на технологическую систему и приводит к нежелательным вынужденным колебаниям последней. Наряду с этим вследствие регенерации вибрационных волн на поверхностях резания, последовательно образуемых зубьями фрезы в процессе удаления припуска, возникают автоколебания.

3. Сложность эксплуатации при высоких скоростях резания. Низкая точность обработки. Большая шероховатость обрабатываемой поверхности. Большие силы резания.

В дальнейшем применим различные методы технического творчества для устранения выявленных недостатков, проведём исследования и сделаем выводы об эффективности усовершенствованной фрезы.

**2 Цель усовершенствования**

Целью усовершенствования торцевой фрезы является повышение производительности, снижение себестоимости, увеличение стойкости инструмента, снижение уровня вибраций, увеличение качества и технологичности.

**3 С целью устранения указанных выше недостатков применим алгоритм проведения научных исследований:**

Устранение первого недостатка.

* 1. Описание ситуации приводящий к производственным исследованиям.

Фрезерование является одним из основных видов металлообработки. В настоящее время фрезы не обладают достаточной стойкостью, что приводит к удорожанию обработки. Данные научные исследования проводятся для увеличения стойкости фрез.

Административное противоречие: стойкость фрез не соответствует требованию производства.

* 1. Анализ ситуации.

В начале изнашивания фрез на передней поверхности зуба в середине контактных площадок образуются продольные трещины, перпендикулярные к режущей кромки. По мере работы фрезы эти трещины увеличиваются, распространяясь на заднюю поверхность зуба.

Техническое противоречие: увеличение качества материала фрезы приводит к увеличению стоимости инструмента.

* 1. Разработка обобщенного технического решения. Формулировка технического противоречия.

Для увеличения стойкости фрез необходимо улучшать материал зубьев фрезы.

Физическое противоречие: материал зуба должен быть качественным и некачественным.

Идея: покрывать зубья износостойким покрытием; при этом зубья фрезы будут изготовлены из дешевых материалов, и будут обладать высокими износостойкими свойствами.

1. Поиск информации.

На основании изучения различных журналов: «Станки и инструменты», «Металлообработка», «Вестник машиностроения», «Машиностроитель» приходим к выводу, что покрытие должно выполнять следующие требования:

а) покрытие должно обеспечивать снижение температуры на контактных площадках и температуры режущего клина, а главное, - уменьшать амплитуду колебания этих температур за время рабочего и холостого ходов.

б) для сдерживания процессов образования трещин в покрытиях их адгезионно – прочностные свойства и остаточные напряжения в покрытии должны обеспечивать образование значительных сжимающих напряжений во время рабочего и холостого ходов.

Покрытия могут быть следующие: для однослойных - TiN, (Ti,Zr)N, (Ti,Zr)CN, Ti CN и т.д.; для двухслойных – TiN - Ti CN, Ti CN – TiN, (Ti,Zr)CN – (Ti,Zr)N и т.д.; для многослойных покрытий – TiN - Ti CN – TiN и т.д.

1. Выбор конкретного технологического решения.

В качестве испытуемых покрытий выберем следующие: TiN, (Ti,Zr)N, (Ti,Zr)CN, Ti CN. Покрытие изготовим многослойным.

6. Формирование научных целей и задач.

В ходе эксперимента проведем исследования влияния каждого покрытия на стойкость инструмента.

7. Формирование исходной гипотезы.

На основании работы резцов оснащенных покрытием. А также личного опыта и научной интуиции предположим, что период стойкости фрез оснащенных многослойным покрытием увеличивается в 1,7 раза.

1. Анализ результатов проведенных исследований.

Результаты исследований работоспособности фрез, оснащенных пластинами с многослойными покрытиями, показывают, что при обработке стали период стойкости фрез с покрытием TiN - Ti CN – TiN увеличивается в 1,5 – 1,9 раза.

1. Объяснение результатов.

М → Ф = Г

Обнаружен механизм, который объясняет полученные факты, а эти факты соответствуют выдвинутой ранее гипотезе. Этот вариант свидетельствует о высокой квалификации исследований и высоких полученных результатов.

1. Формирование выводов.

Фрезы оснащенные многослойным покрытием обладают повышенной стойкостью, а значит уменьшают себестоимость механической обработки.

Устранение второго недостатка.

* 1. Описание ситуации приводящий к производственным исследованиям.

В процессе обработки из-за периодических больших сил резания и неравномерности снятия припуска возникают вынужденные колебания, ухудшающие качество обработки. Данные научные исследования проводятся для уменьшения вибрации фрез.

Административное противоречие: возникают вибрации фрезы; их необходимо устранить.

* 1. Анализ ситуации.

Периодическое изменение сил резания при фрезеровании представляет собой источник внешних воздействий на технологическую систему и приводит к нежелательным вынужденным колебаниям последней.

Техническое противоречие: уменьшение частоты вращения приведёт к снижению производительности.

* 1. Разработка обобщенного технического решения. Формулировка технического противоречия.

Для уменьшения вибрации фрезы её зубья должны обладать большим и малым сечением, чтобы автоколебания не возникали при различных частотах работы.

Физическое противоречие: сечение зубьев должно быть большим и малым.

Идея: изготовить зубья фрезы переменного сечения для гашения автоколебаний.

1. Поиск информации.

На основании изучения различных журналов: «Станки и инструменты», «Металлообработка», «Вестник машиностроения», «Машиностроитель» приходим к выводу, что при работе торцовой фрезы доминирующий вклад в образование вибрационных волн на поверхности резания вносит жесткость державок зубьев. Следовательно, применяя фрезы, зубья которых имеют равномерный шаг, но различную жесткость в направлении, перпендикулярном к их опорным поверхностям, можно снизить вибрации. У такой фрезы первый зуб имеет жесткость j1, второй - j2, третий - j3 и т.д.

1. Выбор конкретного технологического решения.

Подпилим державки зубьев на разную глубину, тем самым получим зубья с различной жёсткостью.

6. Формирование научных целей и задач.

В ходе эксперимента проведем исследования влияния изменения жёсткости зубьев на возникновение колебаний при обработке.

7. Формирование исходной гипотезы.

На основании теории влияния жёсткости зубьев на возникновение автоколебаний предположим, что при различной жёсткости зубьев автоколебания не возникнут.

1. Анализ результатов проведенных исследований.

Результаты исследований опытных фрез с зубьями переменной жёсткости показали, что вибрации системы деталь – фреза значительно снизились

1. Объяснение результатов.

М → Ф = Г

Обнаружен механизм, который объясняет полученные факты, а эти факты соответствуют выдвинутой ранее гипотезе. Этот вариант свидетельствует о высокой квалификации исследований и высоких полученных результатов.

1. Формирование выводов.

Фрезы с зубьями переменной жёсткости вызывают на поверхности резания вибрационные волны различной длины. Поэтому техническая система не может настроиться на определённую частоту, колебания не усиливаются и остаются на низком уровне.

Устранение третьего недостатка.

* 1. Описание ситуации приводящий к производственным исследованиям.

Фрезерование на данном этапе развития техники и технологии обладает низкой производительностью, обусловленной требованиями к качеству обработанной поверхности. Данные научные исследования проводятся для увеличения производительности процесса фрезерования.

Административное противоречие: низкая производительность фрез; производительность необходимо увеличить.

* 1. Анализ ситуации.

Обработка при фрезеровании ведётся режущими кромками зубьев, вращающимися вокруг оси вращения фрезы. При увеличении продольной подачи обработанная поверхность получится худшего качества.

Техническое противоречие: увеличение подачи ведёт к снижению точности обработки.

* 1. Разработка обобщенного технического решения. Формулировка технического противоречия.

Для увеличения производительности режущие кромки зубьев за единицу времени должны проходить большее расстояние по поверхности заготовки.

Физическое противоречие: перемещение фрезы для увеличения производительности должно быть быстрым; для выполнения условий точности перемещение фрезы должно быть медленным.

Идея: увеличить частоту вращения фрезы вместе с продольной подачей.

* 1. Поиск информации.

На основании изучения различных журналов: «Станки и инструменты», «Металлообработка», «Вестник машиностроения», «Машиностроитель» приходим к выводу, что при увеличении υ даже при пониженных значениях подачи на зуб повышается производительность фрезерования (так как возрастает минутная подача) и обеспечивается уменьшение шероховатости обработанной поверхности, силы резания и повышение точности обработки. При этом снижается уровень крутильных колебаний, существенно меньше становится влияние механического удара на процесс изнашивания режущих пластин, резко сокращается число сколов и выкрашиваний, износ стабилизируется, стойкость фрезы возрастает. Кроме того, существенно уменьшается тепловое циклическое воздействие на режущие кромки, так как за период холостого пробега спад температуры приконтактного слоя режущего клина незначителен, что также способствует уменьшению интенсивности и стабилизации процесса изнашивания режущих кромок.

* 1. Выбор конкретного технологического решения.

Увеличим частоту вращения фрезы в 10-20 раз, подачу на зуб оставим прежней.

6. Формирование научных целей и задач.

В ходе эксперимента проведем исследования влияния частоты вращения фрезы на производительность фрезерования и качество поверхности заготовки.

7. Формирование исходной гипотезы.

На основании выработанной теории предположим, что при увеличении скорости резания в 15 раз производительность увеличится соответственно, при этом качество поверхности заготовки не изменится.

1. Анализ результатов проведенных исследований.

Результаты высокоскоростного фрезерования показали, что ранее выдвинутая гипотеза подтвердилась, т. е. увеличение производительности фрезерования не ухудшает качество обработки.

1. Объяснение результатов.

М → Ф = Г

Обнаружен механизм, который объясняет полученные факты, а эти факты соответствуют выдвинутой ранее гипотезе. Этот вариант свидетельствует о высокой квалификации исследований и высоких полученных результатов.

1. Формирование выводов.

Для устойчивой и надёжной работы на высоких частотах фрезы должны изготавливаться кассетными, как показано на рисунке. При высокоскоростном фрезеровании подача на зуб и на оборот фрезы не изменилась, поэтому резкое увеличение производительности не сказалось на качестве обработки. Предложенная конструкция фрезы позволяет использовать один и тот же корпус для фрез разного назначения, применяемых на специальных скоростных станках, автоматических линиях, станках с ЧПУ, многоцелевых станках, входящих в состав ГПС. Использование таких фрез позволяет унифицировать режимы резания чугунов и термически необработанных сталей, что важно на обработки на станках с ЧПУ.

# **4 Описание усовершенствованного объекта**

# Для устранения одновременно нескольких недостатков необходимо совершенствование конструкции торцовой фрезы.


# Фреза отличается тем, что имеет конструкцию кассетной регулируемой торцевой фрезы оснащенной пластинами круглой и квадратной формы с многослойным покрытием TiN - Ti CN – TiN и обработка ведётся на скоростях в 10-20 раз больших, чем применялись ранее для увеличения стойкости инструмента и производительности; для устранения вынужденных автоколебаний системы, зубья фрезы имеют равномерный шаг, но различную жесткость в направлении, перпендикулярном к их опорным поверхностям (см. рисунок).

# Предложенная конструкция торцевой фрезы позволяет существенно повысить производительность фрезерования, обеспечивается уменьшение шероховатости обработанной поверхности, силы резания и повышение точности обработки. При этом снижается уровень крутильных колебаний, существенно меньше становится влияние механического удара на процесс изнашивания режущих пластин, резко сокращается число сколов и выкрашиваний, износ стабилизируется, стойкость и надежность фрезы возрастает. Кроме того, существенно уменьшается тепловое циклическое воздействие на режущие кромки, так как за период холостого пробега спад температуры приконтактного слоя режущего клина незначителен, что также способствует уменьшению интенсивности и стабилизации процесса изнашивания режущих кромок.

# Все это позволяет использовать такие фрезы в автоматизированном производстве и значительно уменьшает себестоимость механической обработки.

1. Совершенствование торцовой фрезы

Благодаря изучению большого объёма литературы по фрезам, в частности по торцовой фрезе, нам стали ясны главные недостатки процесса фрезерования, мы ознакомились с направлениями совершенствования этого процесса. В этой части исследовательской работы попытаемся применить полученные знания для модернизации фрезы, устранения её главных недостатков.

Алгоритм выявления противоречий

1. Выявление административного противоречия.

Описание технической системы дано ранее.

Главным недостатком ТС является низкая стойкость зубьев фрезы.

Проблема: необходимо увеличить стойкость зубьев.

Административное противоречие: низкая стойкость зубьев фрезы; стойкость необходимо увеличить.

1. Выявление технического противоречия.

Конфликтующей парой в данной ТС являются: изделие – обрабатываемый материал, и инструмент – зуб фрезы, который осуществляет обработку.

Полезное свойство ТС: система обеспечивает большой съём материала – высокая производительность. При решении ТЗ напрямую (например уменьшить глубину резания), ПС ТС теряется.

Техническое противоречие: изделие должно обладать полезным свойством: значительной глубиной снимаемого слоя; при этом зубья фрезы активно изнашиваются.

1. Выявление физического противоречия.

В качестве изменяемого объекта выберем зуб фрезы, так как его изменить легче, чем обрабатываемый материал.

ИКР: зуб фрезы в процессе работы должен снимать большой слой материала, при этом изнашивающее воздействие на него должно быть незначительным.

Дефектным элементом изменяемого объекта – зуба является режущая кромка, которая не соответствует требованиям ИКР и изнашивается.

Для уменьшения износа зуба удельная нагрузка на режущую кромку должна быть небольшой, т.е. длина кромки должна быть увеличена.

Для обеспечения большой глубины резания при сравнительно малых силах сопротивления режущая кромка должна быть малой длины.

Физическое противоречие: режущая кромка должна быть короткой и длинной.

Для решения данной технической задачи применим метод технического творчества – разделение противоречий в пространстве. Изготовим фрезу, оснащённую зубьями, как показано на рисунке. Как видно из рисунка, параметры срезаемого слоя не изменились, т.е. силы резания остались на прежнем уровне. При этом длина режущей кромки, с которой контактирует материал, значительно увеличена. Поэтому на единицу рабочей поверхности зуба приходится меньшая нагрузка и износ её значительно уменьшается.

При явном недостатке – увеличении затрат на материал зубьев, скажущемся на увеличении себестоимости изделия, предполагается достигнуть следующего положительного эффекта:

* Увеличение стойкости инструмента за счёт снижения удельной нагрузки на режущую кромку зуба.
* Снижение уровня вибраций фрезы за счёт того, что на момент выхода из контакта с обрабатываемой поверхностью одного зуба, в контакт уже входит следующий зуб; при этом зубья начинают резать не сразу на всю глубину, а постепенно увеличивая глубину по мере вхождения зуба в обрабатываемый материал.
* Снижение температуры в зоне резания, снижение негативного термического воздействия на инструмент за счёт увеличения зоны контакта зуба и детали.
* Облегчённое удаление стружки из зоны резания за счёт того, что режущие пластины новой фрезы работают, как центробежный насос, создавая сильный разбрасывающий поток воздуха по периферии фрезы.
* Увеличение надёжности крепления режущих пластин в корпусе фрезы за счёт увеличения размеров крепёжной поверхности; при резании силы сопротивления не стремятся вывернуть зуб из фрезы, как ранее, а наоборот, прижимают пластины к корпусу, повышая тем самым надёжность крепления.

Всё вышеперечисленное в случае опытного подтверждения позволяет существенно усовершенствовать процесс фрезерования, увеличить скорости обработки, увеличит стойкость инструмента тем самым снижая себестоимость всего процесса.

**Заключение**

В результате проделанной работы мы познакомились на практике с основными методами научных исследований, применили их к объекту техники – торцовой фрезе и в результате получили несколько технических решений, устраняющих определённые недостатки исходного объекта.

На основании полученных знаний и навыков стало возможным применять методы научных исследований во всех сферах техники и технологии, совершенствовать объекты и процессы проектирования и производства.

# **Список используемой литературы**

# 1. Автоматизация производства режущего инструмента./И.А. Ординарцев, Г.В. Рименко.: Учебник для вузов. – Л.: Машиностроение, 1972 г.

# 2. Механическая обработка материалов./А.М. Дальский, В.С. Гаврилюк, Л.Н. Бухаркин и др.: Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 1981 г.

# 3. Журнал «Станки и инструменты».

# 4. Журнал «Металлообработка».

# 5. Журнал «Вестник машиностроения».

# 6. Журнал «Машиностроитель».