

торого в процессе изготовления на станке деталей производились многократные измерения одного из параметров круговой траектории движения оси шпинделя - X_3 , определяющего волнистость ($X_{3\delta}$) обрабатываемых поверхностей деталей и изменяющего свои значения под воздействием различных внешних и внутренних факторов.

Действующие на ШУ факторы изменялись в пределах $t=0,5 \dots 2,0$ мм, $S=0,1 \dots 0,3$ мм/об, частота вращения шпинделя $n=630 \dots 800$ мин⁻¹, давление в ГСО $P_H=2$ МПа, кинематическая вязкость смазочной жидкости марки «Индустриальное 5А» $\nu=11,5 \cdot 10^{-6}$ м²/с и коэффициент демпфирования $\xi=0,09 \cdot 10^6$ (Н*с)/мм. На основе анализа требований, предъявляемых к качеству изготавливаемых деталей (минимальный допуск на волнистость $[X_{3\delta}]_{\min}=2,1$ мкм), определена область работоспособности параметра X_3 (предельное значение параметра $[X_3]=[X_{3\delta}]_{\min} \cdot K_{ШУ}=2,1 \cdot 0,75=1,6$ мкм). Экспериментально построена область состояний параметра X_3 ($\bar{X}_3=1,32$ мкм и $\sigma_{X_3}=0,36$ мкм). В соответствии с количеством обработанных заготовок выборка составила 45 значений параметра X_3 . Вероятность безотказной работы ШУ $P(\tau)=0,835$, запас надежности $K_H=0,81$. Причины параметрических отказов ШУ, которые происходят с вероятностью $F(\tau)=1-P(\tau)=0,165$, связаны с воздействием на ШУ сил резания, а также с разогревом смазочной жидкости до $t=52$ С. В результате понизилась ее вязкость до $\nu=5 \cdot 10^{-6}$ м²/с и, следовательно, уменьшилась демпфирующая способность ГСО - коэффициент демпфирования $\xi=0,05 \cdot 10^6$ (Н*с)/мм. Снижение давления при этом на 0,1 МПа не оказывает существенного влияния на изменение параметра X_3 .

Для повышения параметрической надежности ШУ с целью обеспечения требуемой волнистости деталей могут быть рекомендованы такие мероприятия, как интенсивное охлаждение смазочной жидкости или применение более вязкого масла, например «Индустриальное 12» с характеристиками $\nu=34 \cdot 10^{-6}$ м²/с при $t=20$ С; $\nu=12 \cdot 10^{-6}$ м²/с при $t=50$ С; снижение частоты вращения шпинделя до $n=400 \dots 630$ мин⁻¹; исключение из режимов резания $t>1,75$ мм.

Литература

1. «Надежность и диагностика технологического оборудования. Учебное пособие // С.Н. Иванников, Д.Л. Кузьминский.- 1-е издание.- М.: МГТУ «МАМИ», 2010, 44с.
2. Пуш А.В., Иванников С.Н., Пхакадзе С.Д., Телегин Ю.А. Базы исходных данных для проектирования и исследования станков. // Станки и инструмент.- 1992.- № 11.- с. 3-8.
3. Пуш А.В. «Исследование шпиндельных узлов методом статистического моделирования»// Станки и инструмент.- 1981.- № 1.- с.9-12.

Создание перспективного инструмента для планетарного формообразования внутренней резьбы на основе метода визуализации 3D-моделирования

к.т.н. доц. Косарев В.А., Иванов В.Ф.
ФГБОУ ВПО МГТУ «Станкин»

(499) 972-94-57 voko55@yandex.ru, 8 (963) 622-18-03 Ivanov-V-F-21@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена перспективному направлению разработки конструкции инструмента для повышения качества формообразования внутренних резьб при планетарной обработке на станках с ЧПУ.

Ключевые слова: резьба, формообразование, метод, CAD, моделирование, инструмент.

Во многих отраслях промышленности, особенно в машиностроении, находят широкое применение резьбовые соединения. Анализ видов резьб и резьбовых деталей, применяемых в машиностроении, показал, что наиболее проблемные стороны, связанные с процессом формообразования резьб, – это обработка внутренних резьбовых поверхностей в корпусных деталях на станках с ЧПУ. Общей проблемой существующих методов формообразования внут-

ренных резьб является достижение требуемой точности, шероховатости поверхности витков и стойкости инструмента. Одним из основных направлений обеспечения требуемого уровня качества обработки является использование и создание более прогрессивных конструкций режущих инструментов.

Таким образом, для разработки перспективного инструмента, формообразующего внутреннюю резьбу, необходимо определить наиболее эффективный способ обработки. В ходе анализа существующих методов резьбообразования выявлено, что одним из наиболее прогрессивных способов обработки внутренних резьб на станках с ЧПУ является планетарное резьбофрезерование. По сравнению с другими способами обработки внутренних резьб данный способ даёт определённые преимущества. В первую очередь сокращается машинное время, благодаря высоким скоростям резания и подачам. Благодаря получению короткой, легко удаляемой стружки возможно сокращение связанного с удалением стружки вспомогательного времени. Кроме того, возможно сокращение складского запаса инструмента благодаря применению одного инструмента для левых и правых резьб: одного корпуса фрезы для наружной и внутренней резьбы, а также для резьб различного профиля и шага. При поломке инструмент не остаётся в отверстии как метчик, а легко извлекается, так как имеет размеры меньше, чем отверстие под резьбу. Резьба в глухом отверстии нарезается полного профиля практически до дна, исключая необходимость сверления отверстия на 3-4 шага резьбы глубже. Данным способом хорошо обрабатываются отливки из серого и высокопрочного чугуна, отливки из алюминиевых сплавов, нержавеющей стали и титан. Можно отметить, что рост количества многокоординатных станков с ЧПУ в металлообработке в современном машиностроении вызвал новый виток развития данного способа.

Анализ проведённых исследований кинематических схем распределения величин срезаемого слоя a (рисунок 1) и характер изменения составляющих сил резания, действующих на инструмент при планетарном резьбофрезеровании внутренних резьб, показал, что данная обработка сопровождается малыми величинами срезаемого слоя, что приводит к отжиму инструмента от заготовки и возникновению вибраций.

Выявлено, что длина контакта зуба фрезы с деталью, когда толщина срезаемого слоя a меньше радиуса скругления режущей кромки зуба ρ , может быть от 40 до 100% от общей длины контакта (рисунок 2).

Это говорит о том, что данная зона формообразования сопровождается неустойчивым процессом резания - что приводит к ухудшению качества обрабатываемой резьбы и ухудшению стойкости инструмента [1] [2].

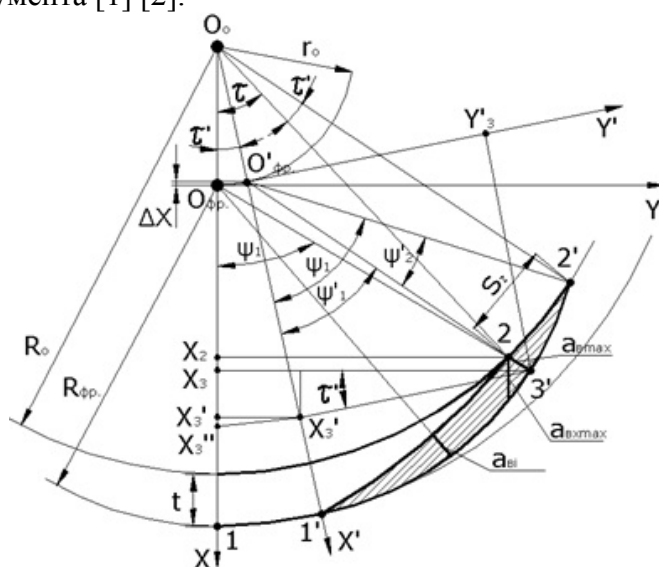


Рисунок 1 – Кинематическая схема распределения срезаемого слоя «а» при внутреннем планетарном резьбофрезеровании

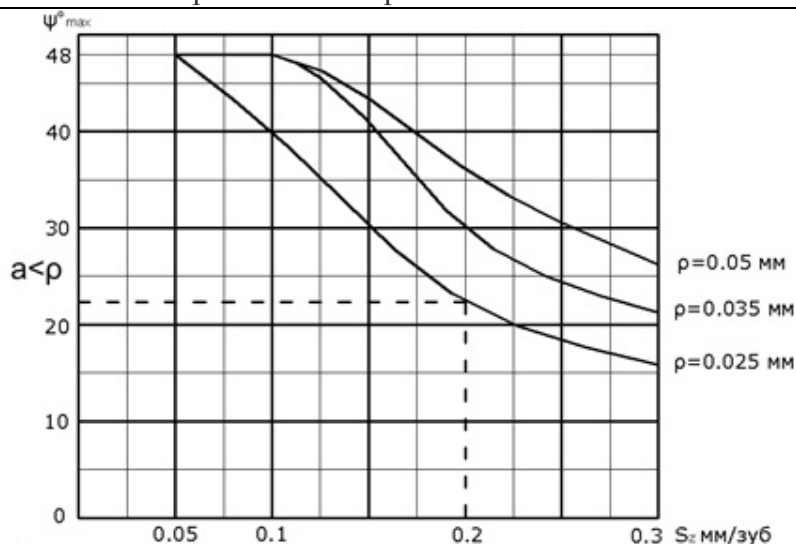


Рисунок 2 – Определение зоны угла контакта ψ , где $a < \rho$.

Известно, что одним из эффективных способов замены процесса резания, когда он затруднён, является обработка методом пластического деформирования. Для планетарной обработки внутренних резьб с помощью метода пластического деформирования применяются раскатники фирмы Dogmer и др. Исследования накатного инструмента показали эффективность и перспективность развития данного метода при планетарном формообразовании [3] [4]. Тем не менее, одним из основных недостатков этого метода, который значительно уменьшает технологические возможности планетарного внутреннего формообразования резьбы, является его ограничение из-за физико-механических свойств обрабатываемого материала. Обработка деталей из материала, обладающего недостаточной пластичностью, сопровождается повышенной радиальной составляющей силы, действующей на инструмент, которая приводит к отжиму его и ухудшению качества обрабатываемой резьбы.

Наиболее полно решает вопрос расширения технологических возможностей и обеспечения точности и качества при изготовлении внутренних резьб - комбинированная режуще-деформирующая обработка. Создание конструкции инструмента для планетарной обработки, позволяющего обеспечивать процесс окончательного формообразования внутренней резьбы в изделиях из различных материалов посредством комбинированной обработки, сочетающей процесс резания и пластической деформации, является одним из перспективных направлений. При этом при решении данной задачи процесс пластической деформации с точки зрения качества резьбовой поверхности в зависимости от размеров обрабатываемой поверхности и свойств материала детали должен быть обеспечен возможностью регулирования деформируемого слоя.

Для реализации поставленной задачи на основе анализа конструктивных особенностей инструментов для планетарной обработки внутренних резьб в CAD/CAM/CAE/PDM-системе SOLIDWORKS была разработана конструкция инструмента, геометрия формообразующих элементов и метод их крепления.

Основную сложность в формировании геометрического образа корпуса инструмента представляет формирование поверхности паза под деформирующую пластину. В теории проектирования сборного режущего инструмента разработаны и используются методики ориентации паза под СМП, основанные на законах начертательной и аналитической геометрии, не позволяющие наглядного объемного представления, необходимого для контроля обеспечения заданной ориентации поверхности паза. Таким образом, целесообразно выполнить определение параметров ориентации паза под деформирующую СМП на основе метода визуализации 3D-моделирования (рисунок 3). Алгоритм визуализации представлен следующей совокупностью этапов:

1. ориентация геометрического образа деформирующей СМП в пространстве под необходимыми для осуществления процесса резания углами в системе координат корпуса;
2. фиксирование геометрического образа корпуса сборной резьбовой головки в плоскости параллельной плоскости резания;
3. накладывание ориентированного геометрического образа деформирующей пластины на фиксированный образ корпуса;
4. вдавливание геометрического образа деформирующей пластины в объем образа корпуса;
5. отрисовка контуров элементов;
6. формирование и вырезка геометрического образа объемного тела из геометрического образа корпуса сборной резьбовой головки;
7. формирование геометрического образа отверстия под винт.

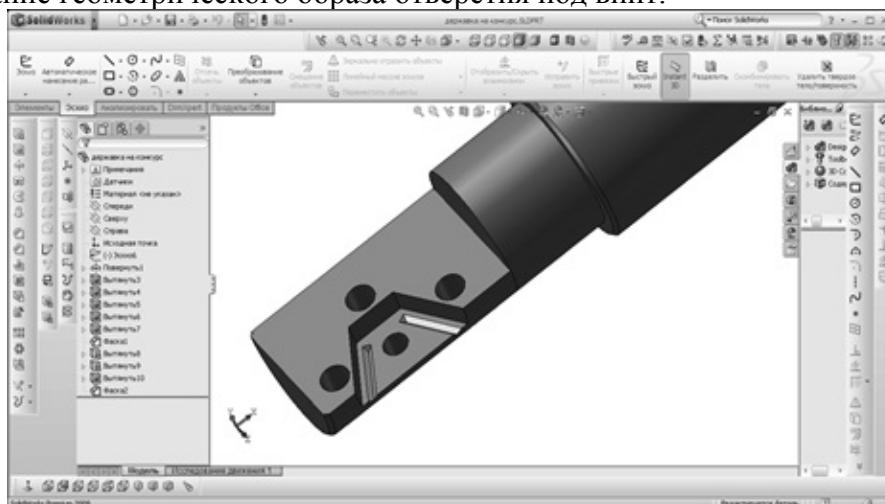


Рисунок 3 – Геометрический образ корпуса сборной резьбовой головки

Предложенный анализ схем ориентации паза под деформирующую пластину позволяет минимизировать ошибки расчета на стадии формирования геометрического образа корпуса за счет наглядного контроля результатов ориентации на 3D-моделях. В рамках данной разработки сформирована сборка следующих компонентов резьбообразующего инструмента: корпус, режущая пластина, деформирующая пластина, крепёжные и регулировочные винты.



Рисунок 4 – Геометрический образ сборной резьбовой головки

В результате анализа различных способов формообразования внутренних резьб, моделируя различные варианты конструкций инструмента с использованием системы автоматизированного проектирования, а также учитывая результаты исследований в этой области, была решена задача по созданию модели прогрессивного исполнительного инструмента. На основе данного решения спроектирована конструкция комбинированного резьбообразующего инструмента для планетарной обработки внутренней резьбы, на которую подана заявка на патент за №2011104363 (рисунок 4).

Литература

1. Блюменштейн В.Ю. Программы нагружения поверхностного слоя на стадиях резания и поверхностного пластического деформирования. // Упрочняющие технологии и покрытия.

– 2007. – № 7. – с. 12-19.

2. Косарев В.А., Гречишников В.А., Косарев Д.В. Исследование силовых параметров при фрезеровании внутренних резьб с планетарным движением инструмента. // Ежемесячный научно-технический журнал «СТИН». – 2009. – № 8. – С. 19-22.
3. Инструмент для накатки внутренней резьбы. Патент на изобретение № 2373017 РФ, 20.11.2009. В.А. Гречишников, В.А. Косарев, А.А. Смирнова.
4. Устройство для накатки резьбы с повышенной ударной нагрузкой. Патент на полезную модель № 96809 РФ, 20.08.2010. В.А. Гречишников, В.А. Косарев, Е.И. Гладун.

Анализ технологических параметров гибки деталей типа «отвод»

Кутышкина Е.А.

МГТУ «СТАНКИН»

8-926-575-04-46, e_kutyshkina@scac.ru

Аннотация. В работе представлен краткий сравнительный анализ технологических параметров процесса гибки труб проталкиванием по крутоизогнутому каналу матрицы.

Ключевые слова: процесс гибки труб, анализ технологических параметров.

Одним из методов изготовления деталей типа «отвод» (рисунок 1) является способ гибки проталкиванием по изогнутому каналу матрицы.

Проведем анализ для количественной оценки изгибающего момента, сил деформации и угла пружинения заготовки.

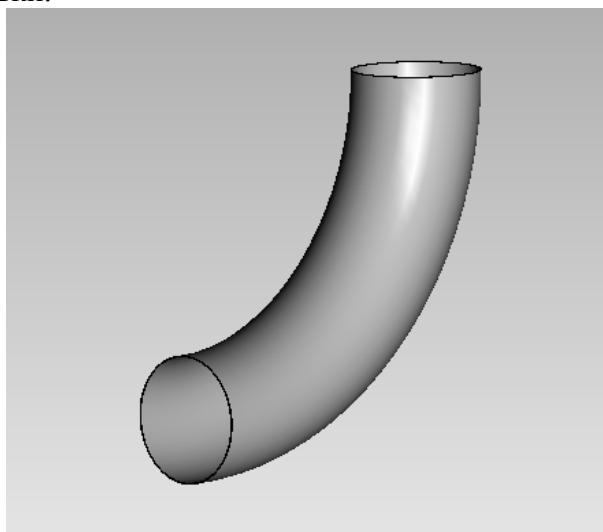


Рисунок 1 – Крутоизогнутый отвод

Таблица 1

Исходные данные

Материал	Алюминиевый сплав	АМг6
Предел текучести	σ_T	190 МПа
Наружный диаметр заготовки	D	45 мм
Внутренний диаметр	d	43 мм
Толщина стенки заготовки	s	1 мм
Модуль упругости	E	7100 кг/мм ²