

3. Анкин А.В., Кузьминский Д.Л. Разработка программного обеспечения для расчета пространственной размерной цепи // Известия МГТУ «МАМИ». – 2011, №2(12), с. 106-110.
4. Максимов А.Д., Сорокин Ю.А. Принципы алгоритмизации выбора баз механической обработки // Известия МГТУ «МАМИ». – 2010, №1(9), с. 116-119. // Известия МГТУ «МАМИ». – 2011, №2(12), с. 106-110.
5. Лукина С.В., Крутякова М.В., Соловьева Н.П. Обеспечение конкурентоспособности металлорежущего оборудования путем управления его качеством и себестоимостью на этапах НИОКР. - МГТУ «МАМИ». – 2011, 157.с.
6. Лукина С.В., Иванников С.Н., Крутякова М.В., Манаенков И.В. Технологический синтез мехатронных станочных систем для многоосевой обработки // Известия МГТУ «МАМИ». – 2013, №1(15), т.2., с. 48-53.
7. Лукина С.В., Манаенков И.В. Повышение эффективности многокоординатного фрезерования пространственно-сложных поверхностей на станках с ЧПУ // Известия МГТУ «МАМИ». – 2012, №2(14), т.2., с. 124-128.
8. Лукина С.В., Кудрявцева А.Л., Манаенков И.В. Технологический синтез многоосевого станка для лазерной обработки // РИТМ.-2013, №1(79), с.36-40.

Силовое взаимодействие заготовки с абразивными кругами при двустороннем шлифовании

Балашов В.Н., Юдаев С.Н., Гневашев А.А.
Университет машиностроения
(495) 223-05-23, доб. 1068

Анотация. В статье рассмотрен процесс двухстороннего шлифования в подвижных центрах. Приводится описание силового взаимодействия абразивных кругов с заготовкой. Установлена возможность уменьшения упругих деформаций при двустороннем шлифовании за счет наладки станка.

Ключевые слова: *двухстороннее шлифование, упругая деформация, бесцентровое шлифование.*

Основными особенностями двустороннего шлифования в подвижных центрах являются: возможность свободного перемещения заготовки в направлении поперечной подачи, что создает некоторое сходство со способом бесцентрового шлифования; жесткая фиксация заготовки в вертикальном направлении, что характерно для центрового шлифования; одновременное шлифование двумя кругами, что является спецификой данной способа.

Из практики бесцентрового шлифования известно, что эффективность исправления погрешностей формы зависит от наладки станка, одним из параметров которой является высота расположения оси обрабатываемой заготовки над линией центров абразивных кругов. При двустороннем шлифовании эта особенность также имеет место (рисунок 1).

Для упрощения теоретических расчетов сделаем ряд допущений. Шлифовальные круги имеют одинаковые диаметры и окружные скорости. Система безынерционна. Деталь шлифуется двумя кругами одновременно, при этом один из кругов осуществляет встречное шлифование, другой - попутное. Радиальные составляющие силы резания от каждого из шлифовальных кругов равны:

$$P_{y1} = P_{y2}.$$

Исследованиями установлено, что отношение составляющих силы резания P_y/P_z для встречного и попутного шлифования различны, что обусловлено различными условиями работы абразивных зерен. Однако различие, как правило, не превышает 25%, кроме того, характер изменения соотношений P_y/P_z во времени при попутном шлифовании аналогичен встречному, что также подтверждается практикой бесцентрового шлифования, где в основном применяют попутное шлифование. Это обстоятельство позволяет сделать допущение о равенстве касательных составляющих:

$$Pz_1 = Pz_2,$$

а также равенстве толщин, снимаемых каждым из шлифовальных кругов:

$$T\phi_1 = T\phi_2.$$

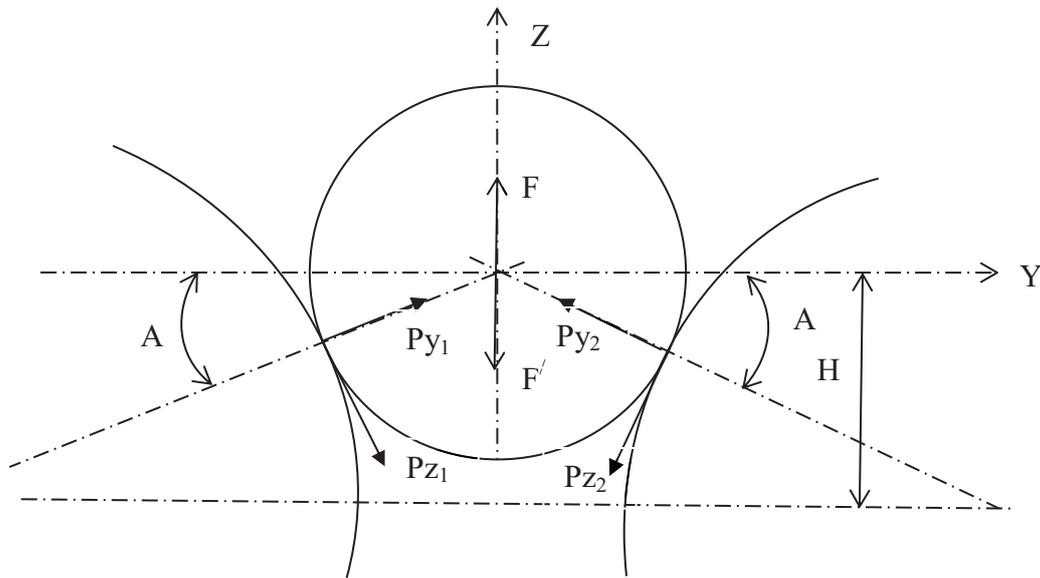


Рисунок 1. Схема взаимодействия

За один оборот заготовки ее диаметр уменьшается на величину $2T\phi$, а радиус на $T\phi$, так как в работе участвуют два шлифовальных круга, то каждый из них пройдет за один оборот заготовки расстояние $T\phi$, при этом толщина слоя, снимаемая каждым из них:

$$T\phi = T\phi_0/2.$$

При расположении заготовки на линии центров шлифовальных кругов ее деформация в направлении подачи отсутствуют. При изменении высоты расположения заготовки изменяется и характер силового взаимодействия абразивных кругов с заготовкой. Рассмотрим уравнение равновесия заготовки, сделав допущение, что ее вес не влияет на ее упругие перемещения, определим реакцию центров:

$$F = 2 P_z \cos(A) - 2 P_y \sin(A) \quad (1)$$

Выражение (1) определяет результирующую силу $F' = -F$ от действия составляющих P_y и P_z каждого из шлифовальных кругов. Результирующая F' зависит от высоты расположения обрабатываемой заготовки над линией центров кругов.

Для практических расчетов удобно пользоваться величиной упругих деформаций в технологической системе под действием составляющих силы резания, а также сравнить деформации при двустороннем шлифовании с деформациями при традиционном центровом шлифовании под действием одинаковых сил.

Известно, что упругие деформации при центровом шлифовании определяются из соотношения:

$$Y_u = P_y/j \quad (2)$$

и рассматриваются в направлении действия P_y .

При двустороннем шлифовании при расположении обрабатываемой заготовки выше линии центров деформации происходят преимущественно в направлении оси Z , поскольку центра с обрабатываемой заготовкой являются наиболее слабым звеном в технологической системе и определяют ее жесткость. Таким образом, деформацию заготовки в направлении оси Z под действием результирующей F' запишем:

$$Z = F'/j.$$

Влияние упругих деформаций сказывается на изменении фактической поперечной подачи, поэтому для определения степени влияния деформаций на величину подачи их необходимо пересчитать на направлении подачи, не учитывая кривизну кругов и заготовки, т.е.:

$$Y = Z \sin(A) \text{ или } Y = F' \sin(A)/j \quad (3)$$

Чтобы сравнить деформации при двустороннем шлифовании с деформациями при традиционном центровом, сделаем допущение, что жесткость центров и заготовок равны, а жесткость шпинделей шлифовальных кругов достаточно большая, поэтому деформацией кругов пренебрегаем. Это справедливо в случае шлифования нежестких заготовок, определяющих жесткость всей системы.

Найдем соотношение деформаций детали при воздействии на круги одинаковым усилием P_y , разделив выражение (3) на (2), получим:

$$Y/Y_u = F' \sin(A)/P_y$$

или

$$Y/Y_u = [2P_y \sin(A) - 2P_z \cos(A)] \sin(A)/P_y.$$

Обозначив $Y/Y_u = C_y$ и сделав необходимые преобразования, получим:

$$C_y = 2\sin(A) (1 - P_z \operatorname{ctg}(A)/P_y).$$

Значение C_y характеризует уменьшение упругих деформаций при двустороннем шлифовании по сравнению с традиционным центровым за счет наладки станка при прочих равных условиях.

Литература

1. Филькин В.П., Колтунов И.Б. Прогрессивные методы бесцентрового шлифования. М.: Машиностроение, 1971.
2. Балашов В.Н. Исследование влияния технологических факторов на показатели попутного центрового шлифования. Дисс. к.т.н.М. 1980.
3. Юдаев С.Н. Повышение производительности абразивной обработки путем применения двухстороннего шлифования в подвижных центрах. Дисс.к.т.н. М. 1989.

К вопросу о расчете пространственной точности

д.т.н. проф. Максимов Ю.В. к.т.н. проф. Крылов О.В, Кузьминский Д.Л.
Университет машиностроения
rkb@mami.ru

Аннотация: Современное машиностроение невозможно представить без инновационных технологий, станки являются яркими представителями симбиоза механики и электроники. Но, несмотря на обилие программных продуктов для расчетов, зачастую решения не совпадают с реальными испытаниями. Разработанная математика для определения влияния вибрации на процесс резания позволяет решить часть проблем.

Ключевые слова: пространственная точность, обрабатывающие станки, виртуальная модель.

Как уже говорилось в предыдущих статьях, современное машиностроение трудно представить без использования вычислительной техники [1, 2, 3]. Но на сегодняшний день нет программы, способной смоделировать в полной мере все процессы, происходящие в станке во время обработки. Тем не менее, можно воспользоваться разными программами, объединив их усилия и преимущества в решении одной общей задачи.

Одним из важных факторов, влияющих на точность при обработке деталей на станке, является вибрация. Не учитывать данный фактор в процессе моделирования нельзя. Но как показали эксперименты, поставленные в лаборатории кафедры «Автоматизированные станочные системы и инструмент», полученные результаты значительно отличаются от результатов расчета на ЭВМ [4]. Одним из решений задачи уточнения точности расчета вибрации станка на ЭВМ является доработка математического аппарата. Для этого был разработан модуль, который позволяет обмениваться данными между программой для расчета методом конечных элементов Nastran и программой для матричных вычислений и задания нагрузок MatLab (рисунок 1). В свою очередь данный модуль встроен в общую оболочку РПРЦ [1].