

УДК 621:004.896

*Е. В. Кузина\**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ КОПИРОВАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ**

Главной задачей современного машиностроения является повышение точности и производительности обработки плоских и объемных деталей со сложным контуром (с одновременным управлением по одной, двум или трем координатам). Для их обработки применяют копировальные станки и станки с программным управлением.

Копировальный станок служит для получения на деталях криволинейных или плоских поверхностей. Они ранее работали только по копиру, позднее внедрены в производство станки цифрового копирования, работающие по программе, которая задается через компьютер.

---

\* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ГГТУ» В. Х. Фидарова.

Копировальное устройство является главным узлом копировального станка. Наиболее распространенными являются устройства с механическим, гидравлическим и электрическим управлением. Копиры определяют траекторию движения режущего инструмента и соответствуют профилю обрабатываемой поверхности.

Копирование подразделяют на системы прямого и непрямого действия. При первой системе контакт копировального ролика (пальца) и копира обеспечивается силой тяжести груза, силой гидравлического давления или силой сжатия пружины. В системах непрямого действия ролик соприкасается с копиром под действием незначительной силы, измеряемой долями ньютона. Копировальный ролик является промежуточным подвижным элементом, незначительные перемещения которого по команде передаются в специальные усилительные устройства, выходные элементы которых воздействуют на исполнительные механизмы и перемещают режущий инструмент и(или) обрабатываемую заготовку.

Станки с ЧПУ (числовым программным управлением) – это высокотехнологичное оборудование, в котором приводы управляются по определенной программе (автоматически).

Использование электромагнитных муфт для управления перемещения суппорта токарного станка позволяет наиболее быстро и гибко, не нарушая сложившейся компоновки универсального станка, автоматизировать циклы работы этих станков по программе, задаваемой любыми способами: опорами, копирами.

Задача повышения точности копирования на станках с электромагнитными муфтами в следящем приводе является весьма актуальной. Так как станки с электромагнитными муфтами обладают рядом достоинств, по сравнению с другими, что даст возможность использовать эти станки как в качестве копировальных, так в качестве универсальных, т.е. расширение технологических возможностей токарного станка [1].

Достоинства:

- простота конструкции и системы управления;
- надежность в работе;
- точность обработки;
- повышение производительности труда;
- расширение технологических возможностей;
- возможность дистанционного управления;
- удобство настройки в автоматические линии;
- относительно невысокая стоимость.

На точность копирования оказывает влияние множество факторов:

1. Неточность изготовления и сборки перемещающихся узлов и деталей.
2. Упругие деформации системы СПИД.
3. Ошибка следящей системы.
4. Тепловые деформации.
5. Вибрации при резании.
6. Несоответствие копирующего пальца и инструмента и неточность установки копира и детали.

В свою очередь погрешности следящей системы вызывают следующие факторы.

1. Запаздывания в системе при отработке управляющих команд датчика, которые вызываются параметрами механической части привода и характеристики ЭМ.
2. Зона нечувствительности датчика.

С увеличением жесткости кинематической цепи погрешность копирования уменьшается. Но увеличить ее затруднительно из-за большего количества элементов кинематической цепи.

С целью устранения влияния люфтов при перемене направления следящей подачи предлагается вариант следящего привода с электромагнитными порошковыми муфтами. Электромагнитная порошковая муфта представляет собой разновидность фрикционной, синхронной и асинхронной электромагнитных муфт, но в отличие от них заполняется смесью ферромагнитного порошка со смазывающим веществом, причем основной составляющей является карбонильное железо.

Фрикционная муфта осуществляет только жесткое соединение валов двигателя и рабочего механизма. При этом скорости вращения ведущей и ведомой частей муфты одинаковы, а регулирование скорости практически исключено. Синхронная муфта позволяет получать электромагнитную связь ведущего и ведомого валов, при этом обе части муфты могут вращаться только синхронно, регулирование скорости совершенно исключено. Асинхронная муфта обеспечивает электромагнитную связь валов и может работать только при наличии скольжения между полумуфтами. Синхронное вращение валов исключено.

Электромагнитные порошковые муфты сочетают в себе положительные свойства всех перечисленных муфт, позволяют осуществлять или жесткое соединение валов, или скольжение между полумуфтами, обеспечивая как синхронное вращение, так и возможность регулирования скорости [2].

Одним из эффективных средств автоматизации токарных станков является применение следящего привода для работы по копиру. Наряду с электрогидроприводом и аналоговыми электрическими следящими системами, находит применение также привод с быстродействующими электромагнитными муфтами. Преимущество этого привода заключается в простоте схемного решения, надежности, удобстве настройки. Привод с электромагнитными порошковыми муфтами состоит из приводного двигателя и нескольких (обычно двух), кинематически связанных одна с другой и с двигателем, порошковых муфт. Приводной двигатель является источником механической энергии, в качестве которого может быть использован двигатель любого типа: электрический двигатель постоянного и переменного тока, гидро- или пневмодвигатель и т.п. Электромагнитные порошковые муфты выполняют роль управляющих элементов, регулирующих передачу механической энергии от приводного двигателя к нагрузке.

Для электромеханических приводов величина максимального ускорения не превышает 10 000...20 000 рад/с. Привод с порошковыми муфтами, максимальный передаваемый момент которых равен моменту короткого замыкания электрического двигателя, обеспечивает ускорения 100 000...200 000 рад/с. Из сопоставления только этих цифр следует, что привод с электромагнитными порошковыми муфтами может быть использован для создании высококачественных систем автоматического управления [3].

Помимо высоких значений ускорений, развиваемых приводом на порошковых муфтах, этот привод имеет и ряд других преимуществ по сравнению с исполнительными устройствами других типов, основные из которых следующие: малая мощность (порядка одного ватта), потребная для управления приводом; малая инерционность; линейная зависимость передаваемого муфтами момента от тока управления; относительная простота и надежность конструкции муфт, а отсюда долговечность привода.

Одной из важных характеристик, определяющей динамические характеристики привода на муфтах, является зависимость передаваемого блоком муфт момента от относительной скорости вращения ведомой и ведущей частей муфт. Аналитически найти эту зависимость не представляется возможным, однако она может быть определена экспериментально. Момент, передаваемый муфтой или блоком муфт, не зависит от скорости вращения ведомой части муфты относительно ведущей.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что для получения более точной копировальной обработки необходимо исследовать процесс копирования, устранить влияние люфтов на обработку, запаздывания в муфте, жесткость привода, произвести изменения в станке.

Использование данных изменений позволит снизить трудоемкость обработки и повысить точность станка. Его можно будет эффективно использовать как в серийном, так и в массовом производстве.

### Список литературы

1. Монахов, Г. А. Электрическая следящая система с автоматическим регулированием направления результирующей подачи / Г. А. Монахов, С. С. Черников // Станки и инструменты. – 1964. – № 4.
2. Фидаров, В. Х. Электромагнитные муфты в следящем приводе станков. В кн. «Электромагнитные устройства в станкостроении» / В. Х. Фидаров. – М. : Машиностроение, 1970.
3. Ванин, В. А. Моделирование динамических характеристик приводов металлорежущих станков / В. А. Ванин. – Тамбов : ТГТУ, 1995. – 40 с.

*Кафедра «Компьютерно-интегрированные системы  
в машиностроении» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*