



УДК 621.923.01.

Особенности модернизации многоцелевых станков с ЧПУ

В.А. СКРЯБИН, д-р техн. наук, профессор, **Н.В. СОРОКИНА***, канд. техн. наук, доцент, **А.С. ВИХОРЕВА**, магистр, **И.И. САМСОНОВ**, магистр
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», г. Пенза, 440026, Российская Федерация
E-mail: vs_51@list.ru, *nvsor@list.ru
DOI: 10.31044/1684-2561-2025-0-10-20-22
Поступила в редакцию 11.04.2025
После доработки 17.06.2024
Принята к публикации 08.07.2025

В статье отражены особенности модернизации многоцелевого станка с ЧПУ путем замены двигателя привода главного движения и исключения зубчатых передач, что значительно упрощает конфигурацию станка, делает станок более точным и намного упрощает сборку и работу на станке.

Ключевые слова: особенности модернизации многоцелевого станка с ЧПУ, привод главного движения, конфигурация станка.

The features of modernization of a multi-purpose CNC machine by replacing the main motion drive motor and eliminating gears are discussed. This considerably simplifies the machine configuration, makes the machine more accurate and greatly simplifies assembly and operation on the machine.

Keywords: features of modernization of multipurpose CNC machine, main motion drive, machine configuration.

Введение

Станок горизонтально-фрезерный-сверлильно-расточной с крестовым поворотным столом, с числовым программным управлением и инструментальным магазином модели 6902ПМФ2 предназначен для комплексной обработки корпусных деталей средних и малых размеров с четырех сторон без переустановок. На данном станке может производиться получистовое и чистовое фрезерование поверхностей деталей концевыми, торцевыми и дисковыми фрезами, а также растачивание и сверление, зенкерование, развертывание и нарезание резьбы метчиками. Станок может обрабатывать детали из чугуна, стали, цветных металлов, полимеров. На данном станке программируются координатные перемещения стола, шпиндельной головки, скорости этих перемещений, частоты вращения шпинделя. Класс точности

станка повышенный (П). Длина рабочей поверхности стола многоцелевого станка и ширина стола составляют, соответственно, 320 и 250 мм. Наибольшее перемещение по осям X, Y, Z соответствует 320 мм. Гибкость переналадки станка на обработку нового изделия способствует также возможности быстрой замены инструментов в магазине [1–3].

Материалы и методы

Общий вид станка приведен на рис. 1.

Привод содержит ступенчатую коробку скоростей и регулируемый двигатель с тиристорным или частотным регулированием шпинделя. Для того, чтобы регулирование частоты вращения шпинделя во всем диапазоне выполнялось при постоянной мощности, необходимо при построении графика частот вращения смотреть, чтобы диапазон

регулирования в последующей группе был всегда меньше, чем на предыдущем валу.

По паспортным данным [1] выбираем ряд: 3150; 2500; 2000; 1600; 1250; 1090; 800; 630; 500; 400; 315; 200; 160 и строим график частот вращения (рис. 2). На вертикальной шкале отмечаем точку максимальной частоты вращения шпинделя $n_{шп.(max)} = 2500 \text{ мин}^{-1}$. Определяем точку минимальной частоты вращения шпинделя $n_{шп.(min)} = 160 \text{ мин}^{-1}$. Из этой точки проводим луч на 4 интервала вверх по II валу до точки А, получаем точку В. Из точки В проводим лучи, параллельные лучам, проведенным из точки А. Затем точки А и В соединяем с точками, соответствующими максимальным и номинальным оборотам двигателя. И, наконец, от точки номинальных оборотов двигателя откладываем пять интервалов, этим определяется зона работы привода при регулировании с постоянным моментом вращения ($n_{шп} = 125 \text{ мин}^{-1}$, $n_{шп} = 100 \text{ мин}^{-1}$, $n_{шп} = 80 \text{ мин}^{-1}$, $n_{шп} = 63 \text{ мин}^{-1}$).

Построив график частот вращения привода, можно определить все величины передаточных отношений в коробке скоростей для переключаемых и находящихся в постоянном зацеплении зубчатых колес или ременных передач. После окончательного выбора варианта кинематической схемы и уточнения графика частот вращения приступаем к определению чисел зубьев колес привода (рис. 3).

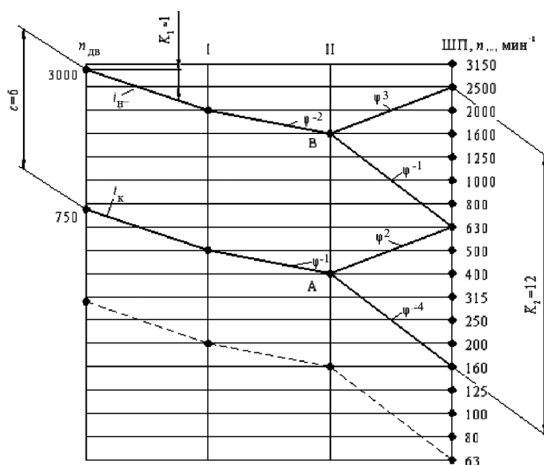


Рис. 2. График частот вращения шпинделя станка

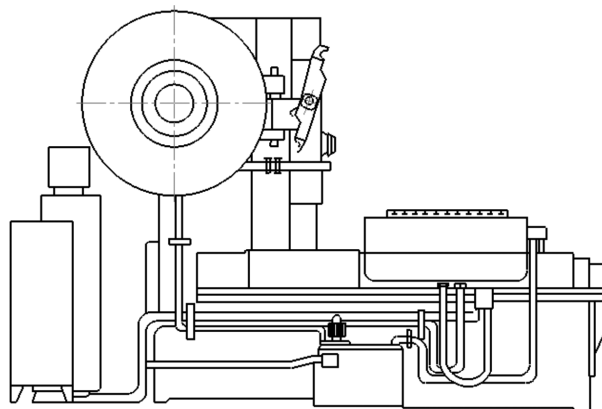


Рис. 1. Общий вид станка модели 6902ПМФ2

Модернизация многоцелевого станка с ЧПУ заключается в смене старых двигателей на новые, более практичные [4, 5]. В качестве замены можно использовать серводвигатели фирмы Sigma тип SGMJV (06A, 08A, 10A). Серводвигатель позволяет осуществлять перемещение рабочих органов в большом диапазоне скоростей. Сервопривод состоит из синхронного двигателя, датчика скорости и положения, а также управляющего контроллера. Основная разница между шаговым двигателем и сервоприводом состоит в наличии обратной связи по положению, скорости, моменту на валу ротора (рис. 4). К достоинствам сервоприводов относят точность позиционирования, динамику разгона и отсутствие снижения момента при высоких скоростях. Ограничивает применение сервопривода, как правило, достаточно большая стоимость.

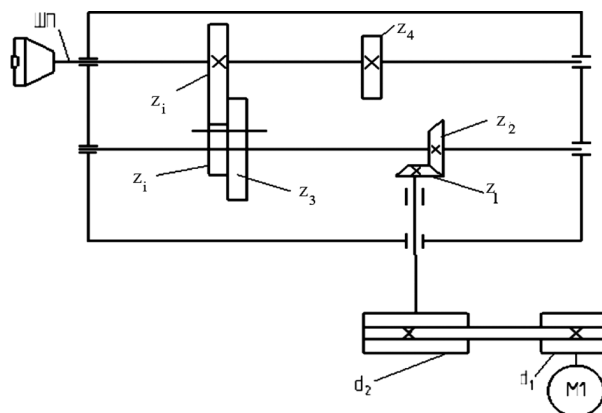


Рис. 3. Кинематическая схема привода главного движения станка

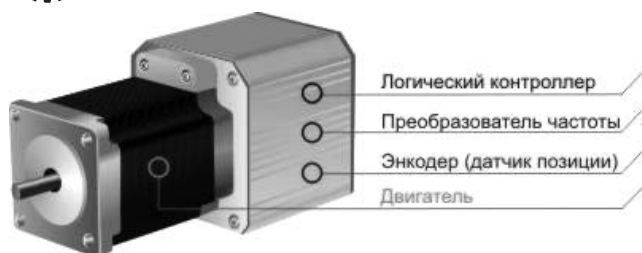


Рис. 4. Сервопривод

Управление серводвигателем происходит с помощью преобразователя частоты (инвертора). Главное отличие серводвигателя от обычного двигателя в том, что он может управляться по скорости, моменту и положению, соответственно, серводвигатель возможно использовать для задач позиционирования, слежения, контурной обработки и т.д. Двигатель также обладает обратной связью, что позволяет провести быструю перенастройку, повторяемость хода, получить способность более точного позиционирования.

Сервоприводом является любой тип механического привода, имеющий в составе датчики, контролирующие положение исполнительных органов, и блок управления приводом, автоматически поддерживающий необходимые параметры на датчике согласно заданному внешнему значению [6, 7]. Серводвигатель — это вращательный привод, который обеспечивает точное управление угловым положением. Он состоит из двигателя, системы обратной связи и контроллера. Система обратной связи постоянно отслеживает фактическое положение двигателя и корректирует его в соответствии с желаемым положением. Контроллер интерпретирует разницу между фактическим и желаемым положениями и посылает сигналы двигателю

Кинематическая схема механизма

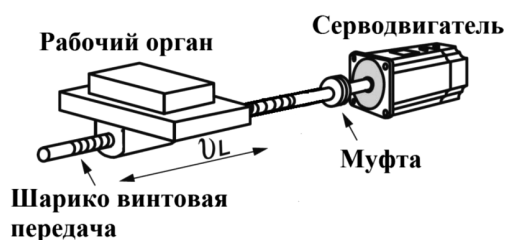


Рис. 5. Кинематическая схема сервопривода

для устранения любых отклонений. На станках с ЧПУ преимущественно применяют серводвигатели переменного тока, так как они обеспечивают высокую мощность и скорость вращения, подходят для высокоскоростных и высокомоментных применений (рис. 5).

Благодаря применению серводвигателей отпадает необходимость применения зубчатых передач, что повышает точность станка.

Обсуждение результатов

Предложенная модернизация многоцелевого станка с ЧПУ позволила значительно упростить коробку скоростей, что делает станок более точным и намного упрощает сборку и работу на станке.

Финансирование работы

Данная работа финансировалась за счет средств бюджета ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет» (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение). Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

Конфликт интересов

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Авторы данной работы заявляют, что при подготовке статьи технологии искусственного интеллекта не использовались.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 8—82. Станки металлорежущие. Общие требования к испытаниям на точность.
2. Скрыбин В.А., Павлова Ж.В. Модернизация переносного станка для шлифования и притирки уплотнительных поверхностей затворов задвижек трубопроводной арматуры // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2015. № 2. С. 8—13.
3. Схиртладзе А.Г., Скрыбин В.А., Борискин В.П. Технологическое оборудование машиностроительных производств. Старый Оскол: ООО «ТНТ». 2013. 548 с.
4. Схиртладзе А.Г., Скрыбин В.А., Борискин В.П. Ремонт технологических машин и оборудования. Старый Оскол: ООО «ТНТ». 2011. 432 с.
5. Схиртладзе А.Г., Скрыбин В.А., Зотов Е.В. Технологические и конструктивные особенности ремонта валов // «Машиностроитель». 2014. №4. С. 30—34.
6. Пекелес Г.Д., Гельберг Б.Т. Технология ремонта металлорежущих станков. М.: Машиностроение. 1976. 320 с.
7. Схиртладзе А.Г., Скрыбин В.А. Ремонт технологического оборудования. Учебник. М.: КУРС: ИНФРА-М. 2018. 352 с.