

МОДЕРНИЗАЦИЯ ФРЕЗЕРНОГО ШИРОКОУНИВЕРСАЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО СТАНКА

Махонин Н.С.¹, Разживалов П.Н.^{1,3}, Золотарев Ю.В.^{2,3}

¹*Филиал АО “РКЦ “Прогресс” - НПП “ОПТЭКС”;*

²*ООО Лаборатория Радиомеханики;*

³*НИУ МИЭТ, Зеленоград, г.Москва*

Ключевые слова: станок, модернизация, шаговый двигатель, система подачи, скорость-моментная характеристика.

Аннотация. Изложены результаты модернизации фрезерного широкоуниверсального станка 6720ВФ2. Рассмотрены кинематическая схема станка, его основные узлы системы подачи. Исследована скорость-моментная характеристика системы подачи станка. Подобраны электронные компоненты для обеспечения функционирования модернизированной системы. Особое внимание уделено методике подбора оптимальной модели электродвигателя для замены старого образца.

MODERNIZATION OF A MILLING UNIVERSAL MACHINE TOOL

Mahonin N.S.¹, Razzhivalov P.N.^{1,3}, Zolotarev Yu.V.^{2,3}

¹*Joint Stock Company Space Rocket Centre “Progress” - Scientific and Production Enterprise “OPTEKS”;*

²*Radio mechanics Laboratory LLC;*

³*MIET, Zelenograd, Moscow*

Keywords: machine tool, modernization, stepper motor, feed system, speed-torque characteristic.

Abstract. The article has modernization results of the milling universal machine tool 6720VF2. It has been considered a machine tool kinematic scheme and feed system base parts. It has been researched a speed-torque characteristic of a machine tool feed system. It has been picked up electronic components for a consider of the improved system functioning. It has been paid special attention to a selection method of a optimal electric motor model for a replacement of a last sample.

На сегодняшний день отечественная станкостроительная отрасль не в состоянии в достаточном объеме обеспечить производственные предприятия России [1]. Импортозависимость оборудования обработки материалов продолжает сохраняться на высоком показателе [1,2]. Также, большинство Российских предприятий не имеют достаточно средств для закупки новых, необходимых для обеспечения технологических процессов, дорогостоящих станков [2,3]. Для решения проблемы совершенствования технологических и производственных возможностей предприятия часто проводится модернизация станочного оборудования, что позволяет сэкономить на приобретении новых дорогостоящих моделей станков [1].

Одним из направлений модернизации является обновление системы подачи станка для обеспечения более сложного движения, что позволит эффективнее производить обработку заготовок, а замена электроники обеспечит качественный контроль за выполнением всех операций.

Представлены результаты модернизации станка 6720ВФ2. Целью данной модернизации является обеспечение независимого движения всех трех осей и подбор оптимального электропривода на основе исследования режима работы системы подач данного станка. Рассматриваются вопросы выбора типа двигателя, методика расчета скорость-моментной характеристики ШВП каждой из осей подачи, а также критерии выбора конкретной модели двигателя.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач.

- Рассмотреть кинематические схемы и программно-аппаратные схемы функционирования системы ЧПУ.

- Разработать кинематическую и программно-аппаратную схемы модернизированной системы.

- Определить скорость-моментную характеристику каждой оси подач и подобрать привод, проанализировав их характеристики с расчетными.

- Подобрать компоненты управления модернизированной системы.

Основные предъявляемые требования следующие.

- Независимое движение подачи по осям X, Y, Z.

- Точность одностороннего позиционирования вертикального стола и шпиндельной бабки должна быть не меньше заявленной в РЭ станка 6720ВФ2.

- Все оси подачи должны быть одновременно управляемы.

- Диапазон скоростей рабочих подач, а также величина быстрых перемещений основного вертикального стола и шпиндельной бабки должны быть ограничены в соответствии с РЭ станка 6720ВФ2.

- Модернизированная система управления должна содержать устройство ввода данных (УВД), блок управления станком (БУС).

На рисунке 1 представлена общая кинематическая схема системы подач станка.

Движение всей подачи приводится электродвигателем 1. Через редуктор 2 он передает вращающий момент на главный вал привода 3. Через шестерни 4 и 5 данный вал присоединяется к общему валу подач 7, с которым связаны все оси движения.

Для поперечного перемещения шпиндельной бабки (по оси Y), общий вал 7 через шестерни 8 и 9 соединяется с ШВП 13. Блокировка данной оси производится тормозными муфтами 10 и 14. Ручное перемещение данной оси производится рукояткой 16. Она посажена на вал 15, который соединяется с ШВП через шестерни 11 и 12.

Для перемещения горизонтального стола по оси X и Z, общий вал сперва через шестерни 6 и 17 соединяется с общим валом горизонтального стола 18.

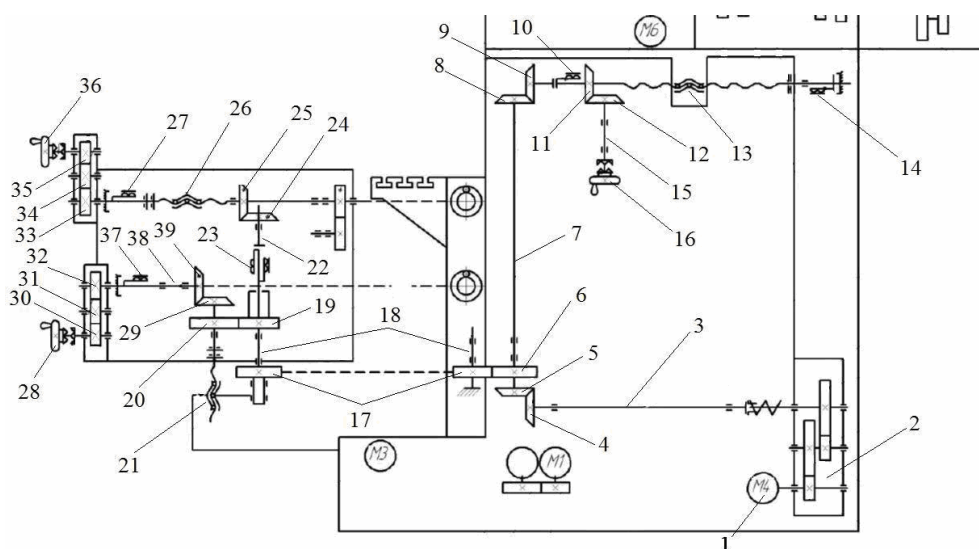


Рис. 1. Кинематическая схема механизма подачи станка 6720ВФ2

Для вертикального перемещения горизонтального стола (по оси Z), общий вал 18 через шестерни 19 и 20 соединяется с ШВП 21. Блокировка данной оси производится тормозной муфтой 37. Ручное перемещение данной оси производится рукояткой 28. Эта рукоятка через цилиндрический редуктор с шестернями 30, 31, 32 передает вращающий момент на вал 38, который через шестерни 39 и 29 соединен с соответствующей ШВП.

Для продольного перемещения горизонтального стола (по оси X), общий вал 18 соединен с валом 22, и через шестерни 24 и 25 передает вращающий момент на ШВП 26. Блокировка оси производится тормозными муфтами 27 и 23. Ручное перемещение стола по данной оси производится рукояткой 36. Данная рукоятка через цилиндрический редуктор с шестернями 33, 34, 35 передает вращающий момент сразу на ШВП.

Электродвигатель, согласно описанной кинематической схеме, может передать вращение только на одну ось, в то время как остальные блокируются тормозными муфтами. Это накладывает ограничение на технологические возможности обработки. Устранению данного недостатка и посвящена модернизация.

Если обратиться к кинематической схеме на рисунке 1, то можно увидеть, что все оси имеют выход на ручное перемещение по соответствующим направлениям. Для обеспечения независимого движения, вместо механизма ручного перемещения можно установить привод. Данное решение является наиболее простым и дешевым, т.к. не потребует каких-то серьезных изменений в конструкции передач, однако, ценой тому будет лишение возможности вручную перемещать конструкцию подачи.

Основными критериями при выборе типа двигателя являются:

- регулирование скорости для одного устройства по простой схеме;
- высокая точность позиционирования;
- небольшая стоимость двигателя и системы управления двигателем.

Этим критериям удовлетворяет шаговый двигатель (ШД). Для того, чтобы выбрать необходимую модель шагового двигателя из большого числа вариантов, нужно проанализировать режим работы системы подачи для сравнения с характеристиками двигателя. Критерии, по которым будет производиться выбор двигателя, выглядят следующим образом.

1. Удерживающий момент шагового двигателя должен быть в 2 раза больше рассчитанного значения момента в системе подач в состоянии покоя [4]. Если данное значение будет меньше, двигатель будет испытывать повышенное тепловыделение при удержании нагрузки, что уменьшает его рабочий ресурс.

2. Минимальный угол поворота [4] шагового двигателя должен удовлетворять предельному расчетному значению требуемого угла поворота следующим образом:

$$E_{шд} \leq |E|.$$

3. Скорость-моментная характеристика (СМХ) шагового двигателя не должна иметь пересечений со скоростью-моментной характеристикой системы подач станка.

4. Отношение площади скорость-моментной характеристики шагового двигателя к площади скорость-моментной характеристики системы подач должно иметь минимальное значение:

$$\frac{S_{СМХШД}}{S_{СМХШВП}} \rightarrow \min.$$

5. Экономическая целесообразность использования двигателя в пределах диапазона скоростей подачи.

Для построения плана расчета и построения скорость-моментной характеристики системы подач используется методика [4], применяемая для подбора ШВП. Согласно критериям 1 и 2 были рассмотрены несколько подходящих вариантов ШД. Скорость-моментные характеристики системы подачи и ШД представлены на рисунке 2.

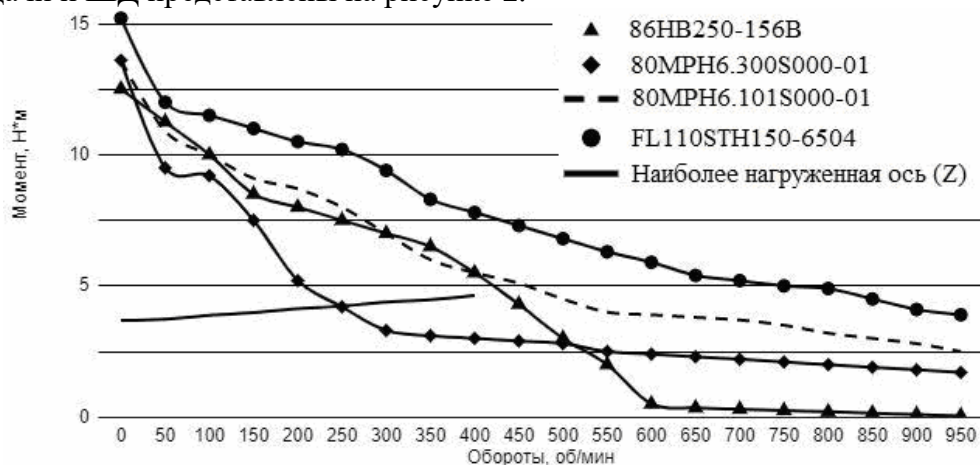


Рис. 2. Скорость-моментные характеристики системы подачи станка 6720ВФ2 и некоторых шаговых двигателей

Из представленного графика видно, что СМХ ШД 80МРН6.300S000-01 пересекает СМХ наиболее нагруженной оси станка, что не удовлетворяет критерию 3. Из оставшихся ШД наиболее близкими к графику оси являются СМХ двигателей 80МРН6.101S000-01 и 86НВ250-156В, т.к. по критерию 4 отношение их площадей к СМХ наиболее нагруженной оси наименьшее. Стоимость шагового двигателя 86НВ250-156 почти в 3 раза ниже стоимости 80МРН6.101S000, и для работы в диапазоне скоростей работы до 400 об/мин, использование первого, согласно критерию 5, будет наиболее рациональным.

Для организации работы двигателей была собрана новая управляющая система, общий вид которой представлен на рисунке 3.

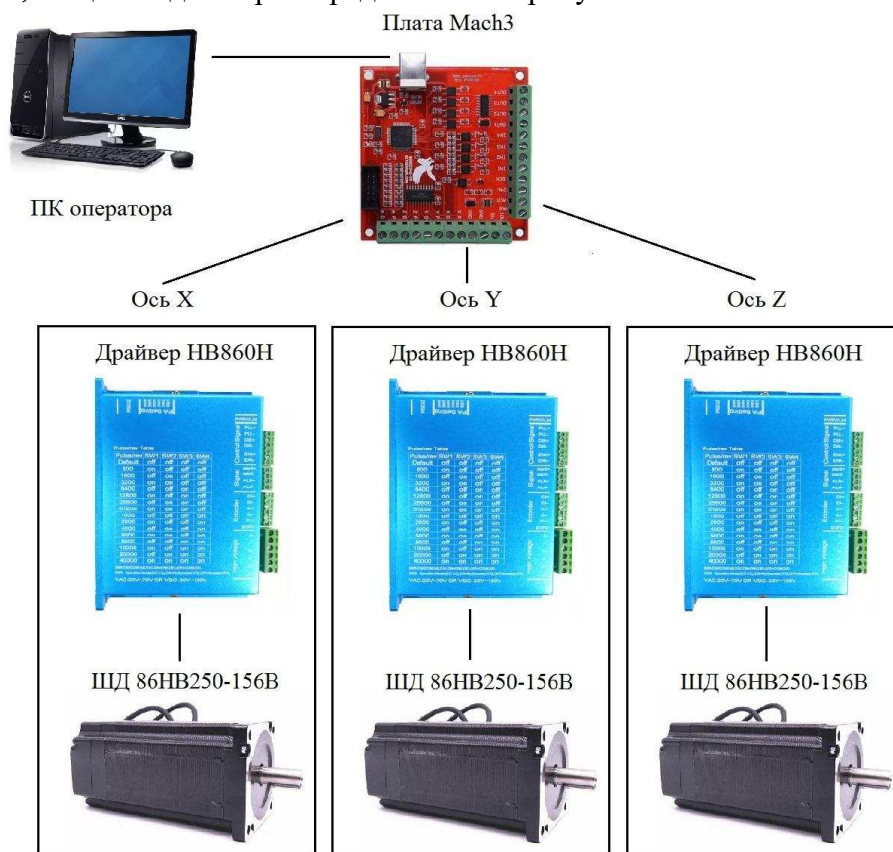


Рис. 3. Организация управления модернизированной системой подачи

Заключение

Представлены результаты модернизации системы подачи станка 6720ВФ2, в части обеспечения независимого движения осей.

Определена скорость-моментная характеристика наиболее нагруженной оси станка, что позволило понять, в каких пределах оборотов и крутящего момента на ШВП необходимо выбирать шаговый двигатель.

Согласно критериям оптимальности, выбрана наиболее подходящая модель шагового двигателя 86НВ250-156, использование которой будет технически и экономически эффективным.

Подобраны электронные компоненты и оборудование для организации управления модернизированной системой подачи.

Список литературы

1. Григорьев С.Н. Перспективы развития отечественного станкостроения в интересах обеспечения технологической независимости российского машиностроения // Станкоинструмент. 2017. № 1 (006). С. 18-23.
2. Стратегия развития станкоинструментальной промышленности до 2030 года. Москва, 2017. [Электронный ресурс] // сайт. - Режим доступа: <http://minpromtorg.gov.ru/common/upload/docs/strategy/project.pdf>
3. Промышленность. События года [Электронный ресурс] // сайт. - Режим доступа: <https://rg.ru/2018/10/28/minpromtorg-sprognoziroval-rost-obema-proizvodstva-v-stankostroenii.html>
4. Шарико-винтовая передача. ТНК общий каталог. [Электронный ресурс] // сайт. - Режим доступа: https://thk.ru/cataloguespdf/501RU_15_BallScrew.pdf

References

1. Grigoriev S.N. Development prospects of a domestic machine tool production for a provision of Russian mechanical engineering technical independence // Stankoinstrument. 2017. No. 1 (006). P. 18-23.
2. Development strategy of a machine tool instrumental industry until 2030. Moscow, 2017. [Electronic resources] // site. - Access mode: <http://minpromtorg.gov.ru/common/upload/docs/strategy/project.pdf>
3. Industry. Events of the year. [Electronic resources] // site. - Access mode: <https://rg.ru/2018/10/28/minpromtorg-sprognoziroval-rost-obema-proizvodstva-v-stankostroenii.html>
4. BallScrew transmission. TNK catalog. [Electronic resources] // site. - Access mode: https://thk.ru/cataloguespdf/501RU_15_BallScrew.pdf

Сведения об авторах:

Information about authors:

Махонин Никита Сергеевич – инженер-конструктор 3 категории, филиал АО “РКЦ “Прогресс” - НПП “ОПТЭК”, Зеленоград, Москва, Россия, maxonin.nikita@mail.ru	Mahonin Nikita Sergeevich – engineer-designer, Joint Stock Company Space Rocket Centre “Progress” - Scientific and Production Enterprise “OPTEKS”, Zelenograd, Moscow, Russia, maxonin.nikita@mail.ru
Разживалов Павел Николаевич – кандидат технических наук, начальник конструкторского бюро, филиал АО “РКЦ “Прогресс” - НПП “ОПТЭК”; доцент института НМСТ, НИУ МИЭТ, Зеленоград, Москва, Россия, razzhivalovpavel@gmail.com	Razzhivalov Pavel Nikolaevich – candidate of technical sciences, associate professor, Chief of designer office, Joint Stock Company Space Rocket Centre “Progress” - Scientific and Production Enterprise “OPTEKS”; lector at the institute NMT, MIET, Zelenograd, Moscow, Russia, razzhivalovpavel@gmail.com
Золотарев Юрий Васильевич – главный инженер, ООО Лаборатория Радиомеханики; преподаватель института НМСТ, НИУ МИЭТ, Зеленоград, Москва, Россия, rk3afw@mail.ru	Zolotarev Yuriy Vasilevich – Chief engineer, Radio mechanics Laboratory LLC, lector at the institute NMT, MIET, Zelenograd, Moscow, Russia, rk3afw@mail.ru

Получена 05.06.2020