



УДК 621.313.3

## ВЫБОР СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ШИРОКОУНИВЕРСАЛЬНЫМ ФРЕЗЕРНЫМ СТАНКОМ 676П

### SELECTION OF THE ELECTRIC DRIVE SYSTEM FOR CONTROLLING A WIDE-UNIVERSAL MILLING MACHINE 676P

**Плотников Юрий Валерьевич**, кандидат технических наук, доцент каф. «Электропривод и автоматизация промышленных установок», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: yu.v.plotnikov@urfu.ru. Тел.: +7(922)217-06-87

**Бохан Станислав Викторович**, магистрант каф. «Электропривод и автоматизация промышленных установок», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: stabox72@gmail.com, Тел.: +7(996)182-57-23

**Iurii V. Plotnikov**, Candidate Sc., Associate Prof., Department «Electric drive and automation of industrial plants», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira str., 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: yu.v.plotnikov@urfu.ru. Ph.: +7(922)217-06-87

**Stanislav V. Bokhan**, Master student, Department «Electric drive and automation of industrial plants», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira street, 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: stabox72@gmail.com. Ph.: +7(996)182-57-23

**Аннотация:** В научной статье рассматривается задача выбора системы электропривода для автоматического управления широкоуниверсальным фрезерным станком 676 П. Описаны требования к электроприводу, подробно рассматривается выбранный вариант на основе шаговых двигателей, разработана схема подключения системы.

**Abstract:** The article deals with the problem of selecting an electric drive system for automatic control of a wide-universal milling machine 676 P. The requirements for an electric drive are described, the selected variant based on stepper motors is considered in detail, a scheme for connecting the system is developed.

**Ключевые слова:** Шаговый двигатель; сервопривод; драйвер; контроллер; фрезерный станок.

**Keywords:** Stepping motor; servo; driver; controller; milling machine.

#### ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Задачей данной работы является выбрать наиболее доступную по стоимости, но эффективную систему электроприводов, на основе шаговых двигателей или сервоприводов, для автоматизации управления широкоуниверсальным фрезерным станком 676П с целью изготовления различных алюминиевых рамок и приборных панелей. Один из вариантов такой рамки приведен в рисунке 1. В данной статье предлагается заменить ручное перемещение углового горизонтального стола и шпиндельной бабки (см. Рис. 2) на автоматизированное управление с персонального компьютера.



Рис. 1. Пример изготавливаемой детали

#### ТРЕБОВАНИЯ

Требования к электроприводу сведены в таблицу 1.

Таблица 1.

Требования к системе электроприводов.

Наименование требования	Значение
Общая стоимость системы	Менее 300000 р.
Точность поддержания скорости	Не менее 0.5%
Обрабатываемый материал	Алюминий
Тяговое усилие	9500 Н

ОПИСАНИЕ СТАНКА 676П

Широкоуниверсальный фрезерный станок 676П производился на Иркутском и Вильнюсском станкостроительных заводах "Комунарас". Данный станок предназначен для фрезерования, расточки, сверления, рассверливания, центрования, цекования, долбления, развертывания, зенкерования. Общий вид станка представлен на рисунке 1[1]. Частота вращения вала шпинделя изменяется с помощью механической коробки передач (2), перемещение шпиндельной бабки (3) осуществляется вручную, перемещение углового горизонтального стола (5) так же происходит вручную [1].

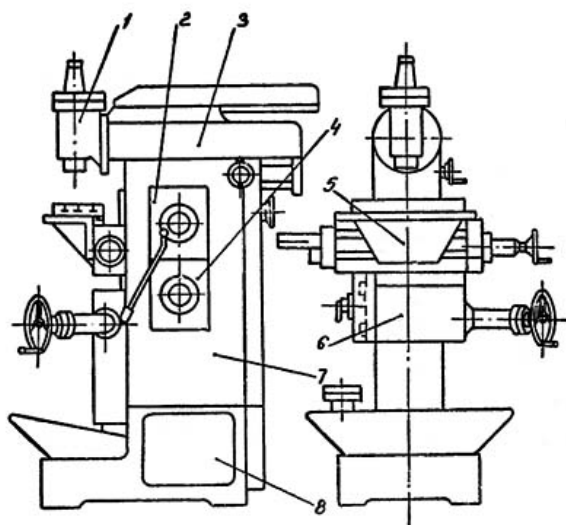


Рис. 2. Общий вид широкоуниверсального фрезерного станка 676П.

ОЦЕНКА СТОИМОСТИ САУ СЕРВОПРИВОДОМ И ШАГОВЫМ ДВИГАТЕЛЕМ.

В работе рассматриваются два основных варианта модернизации станка. Первый основан на системе с сервоприводами на основе синхронных двигателей с постоянными магнитами, второй вариант предполагает использование шаговых двигателей. Важно отметить, что основным критерием является конечная стоимость модернизации.

Для сравнения затрат на модернизацию были выбраны два готовых набора управления станком приблизительно одинаковых по мощностным характеристикам. Их состав представлен в таблицах 2 и 3, а схемы подключения на рисунках 3 и 4 соответственно[2], [3].

Таблица 2.

Набор управления станком BLM57-130-3LPT

Наименование устройства	Стоимость
3 шт. Серводвигатель Leadshine BLM57130, 57 мм , 0.41 Нм, 130 Вт	8816 р./шт.

3 шт. Серводрайвер Leadshine ACS606, 60 В, 18 А	9804 р./шт.
1 шт. Плата коммутации StepMaster v2.5 (5 осей, фильтр, умножитель, питание 9-36 В)	9391 р./шт.
1 шт. Кабель LPT DB25-MF 1.4 м	150 р./шт.
1 шт. Дампер (защита от обратной ЭДС), 15А / 200В	1073 р./шт.
1 шт. Линейный блок питания PS408-12 Leadshine, 36 В, 300 Вт	8571 р./шт.
3 шт. Датчик индуктивный SN04-А, NPN, класс А	500 р./шт.
Итого	76545 р

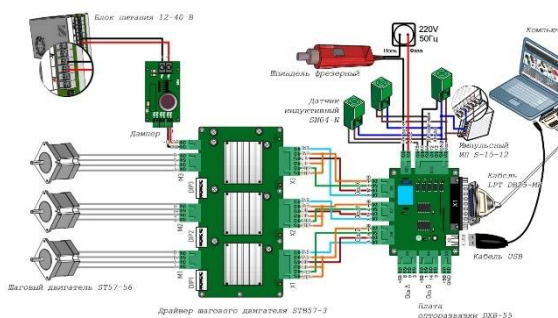


Рис. 3. Схема подключения набора управления станком BLM57-130-3LPT

Таблица 3.

Набор управления станком STB57-56-3

Наименование устройства	Стоимость
3 шт. Шаговый двигатель STB57-56 1.3 Нм, 3 А, 2.4 мГн	1545 р./шт.
1 шт. Драйвер STB57-3, 1.3 Нм, 4.0 А, 20..40 В, до 1/64, 200 кГц	5624 р./шт.
1 шт. Источник питания импульсный S-15-12, 12 В, до 1.5 А	703 р./шт.
1 шт. Импульсный блок питания NES-350-36, 36 В, 9.7 А, 350 Вт	2548 р./шт.
3 шт. SN04-N датчик индуктивный	325 р./шт.
1 шт. Плата интерфейсная DXB-55 с опторазвязкой входов	1288 р./шт.
1 шт. Дампер (защита от обратной ЭДС), 15А / 200В	1073 р./шт.
1 шт. Кабель LPT DB25-MF 1.4 м	150 р./шт.
Итого	16996 р.

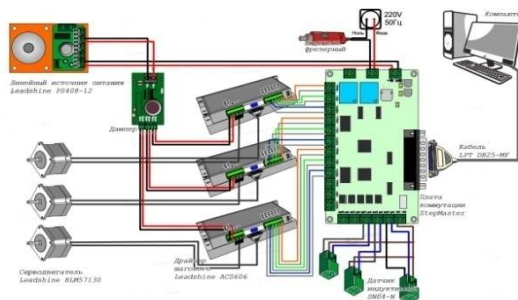


Рис. 4. Схема подключения набора управления станком STB57-56-3

Исходя из приведенных в таблицах 2 и 3 данных, можно сделать вывод, что системы управления шаговыми приводами дешевле и обеспечивает необходимые требования к электроприводу, поэтому далее будет производиться выбор шаговых приводов и системы автоматического управления непосредственно для станка 676П на основе требований, приведенных в таблице 1.

### ВЫБОР СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ШИРОКОУНИВЕРСАЛЬНЫМ ФРЕЗЕРНЫМ СТАНКОМ 676П

Большинство систем шаговых электроприводов состоит из шаговых двигателей, драйверов, платы опторазвязки, контроллера, ПК и индуктивных датчиков.

Шаговый двигатель представляет собой синхронный электродвигатель с 2 или 4 обмотками на статоре, в котором ток подается последовательно на каждую из обмоток, вызывая дискретные угловые перемещения.

Драйвер – это силовое электронное устройство, предназначенное для подачи тока в соответствующую обмотку статора ШД определенной величины, направления, а также для удержания тока в течение заданного времени и осуществления быстрого включения и выключения токов, на основе полученных цифровых сигналов. Общая схема драйвера представлена на рисунке 5[4].

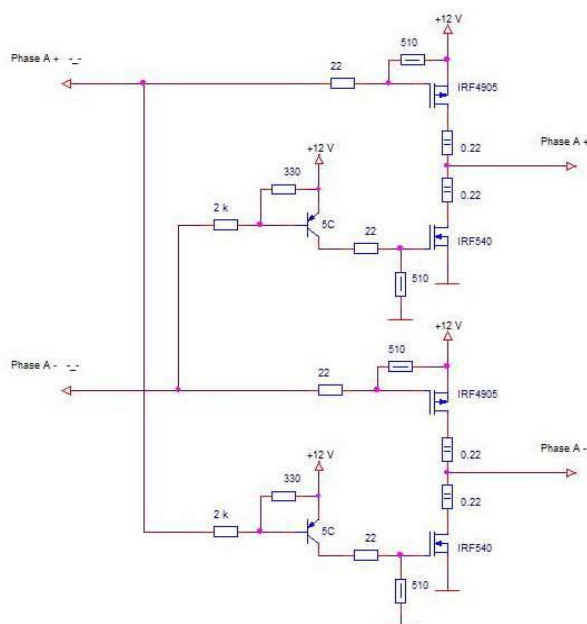


Рис. 5. Принципиальная схема драйвера биполярного двигателя (1 фаза)

Контроллер осуществляет передачу цифровых сигналов на драйвер с информацией о том, какой величины будет подан ток на соответствующую обмотку, в какой момент времени, и на какое время.

Для автоматизации управления широкоуниверсального фрезерного станка 676 П были выбраны следующие элементы, приведенные в таблице 4. На основе выбранных компонентов была разработана схема соединений, которая представлена на Рис. 5.

Таблица 4  
Система электроприводов для управления широкоуниверсальным фрезерным станком 676 П

Наименование устройства	Стоимость
3 шт. Шаговый двигатель ST110-150 M=21.4Нм, I=6.5 А, Ф=2.4 мГн	13851 р./шт.
3 шт. ШВП R20-05,h 5 мм, η=0,85	3939 р./шт.
3 шт. Драйвер DM2282,1.5..8.2 А, 5..15 В, 200 кГц, не хуже 0.2%	7439 р./шт.
1 шт. Плата коммутации StepMaster v2.5	9391 р./шт.
1 шт. Импульсный блок питания S-15-12, 12 В, до 1.5 А, 12 Вт	703 р./шт.
9 шт. LJ12A3-4-Z/BX датчик индуктивный	250р./шт.
1 шт. КонтроллерSmoothstepper USB, до 4 МГц	1073 р./шт.
1 шт. Кабель LPT DB25-MF 1.4 м	150 р./шт.
1 шт. PC и периферия	10000 р./шт.
Итого	102926 р.

Из таблицы 4 можно сделать вывод, что система соответствует требованиям, которые предъявляются к системе привода по качеству и точности регулирования. Для проверки максимального тягового усилия ШД можно воспользоваться следующим выражением:

$$F = \frac{M \times \pi \times \eta}{h}, \quad (1)$$

где  $M$  – крутящий момент двигателя,  $\eta$  – КПД ШВП,  $h$  – шаг ШВП. Отсюда максимальное тяговое усилие двигателя  $F=11423.32$  Н. Полученный результат полностью удовлетворяет требования к установке.

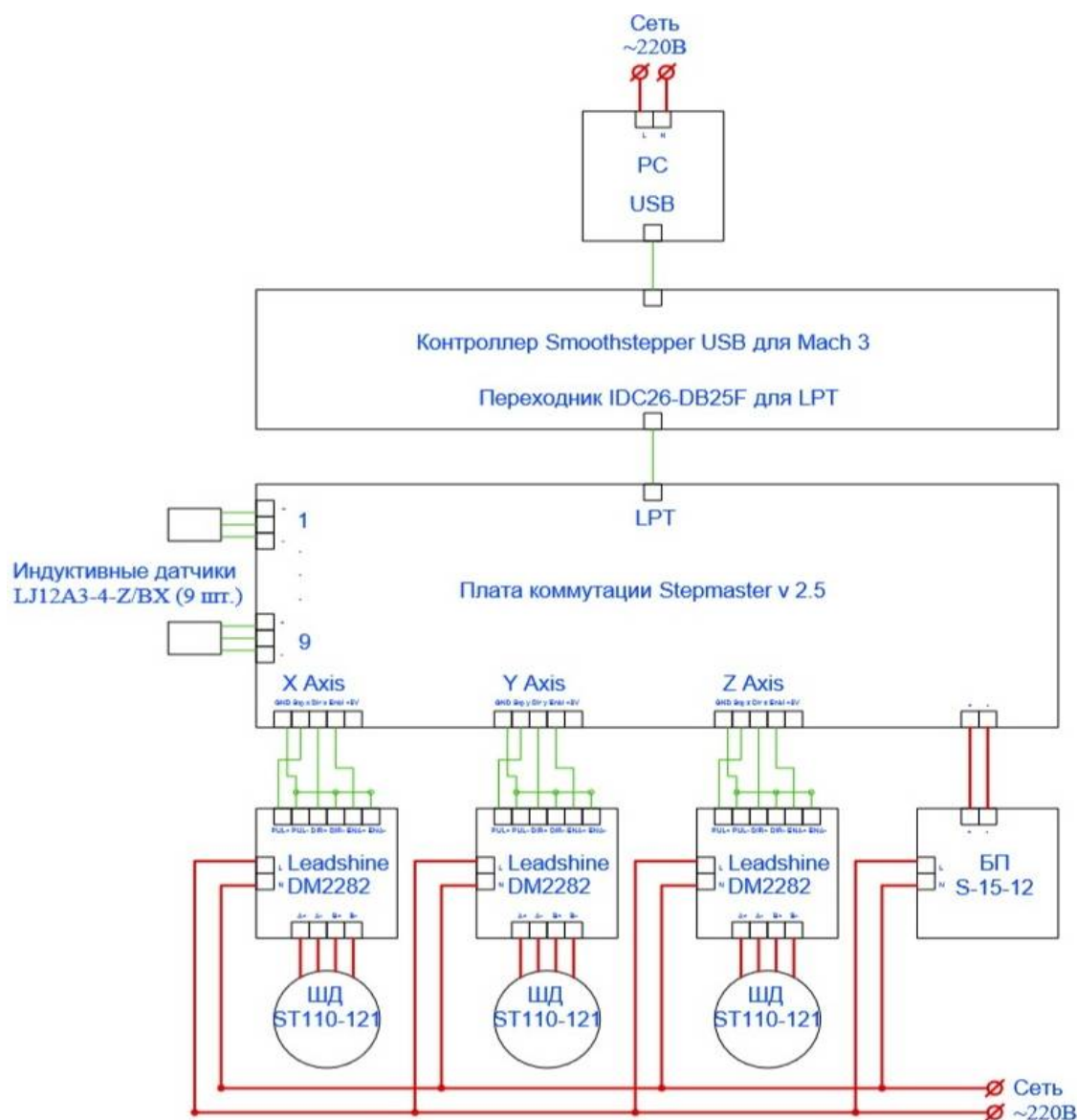


Рис.5. Схема подключения системы электроприводов для управления широкоуниверсальным фрезерным станком 676 П

## ВЫВОД

В случае необходимости использования ЧПУ станков необязательно тратить большие средства на закупку нового оборудования. Существуют возможности произвести модернизацию старых, уже имеющихся ручных станков, сэкономив на этом огромные средства. В ходе исследования было выявлено, что система на шаговых приводах имеет существенно более низкую стоимость, так как сервоприводы должны оснащаться дорогостоящим датчиком положения и система имеет более дорогой и сложный блок управления. Применение шаговых приводов оправдано для использования в станках для обработки пластика, дерева, легкого металла на средних скоростях. Однако в случае необходимости получения высокой скорости вращения двигателей, и

высокой динамической точности необходимо применять системы на основе сервоприводов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Совет народного хозяйства литовской ССР. Инструментальный широкоуниверсальный фрезерный станок 676 П. Паспорт и инструкции по эксплуатации. Вильнюс 1965 г. Стр. 3, 8.
2. Darxton класс точности. Руководство пользования набором управления станком BLM57-130-3LPT. Darxton 2015 г. Стр. 1,2.
3. Darxton класс точности. Руководство пользования набором управления станком STB57-56-3. Darxton 2015 г. Стр. 1,2.
4. Эдуард. Статья: Драйверы шагового двигателя: униполярный, биполярный, L298N. [Электронный ресурс]:- <http://mypractic.ru/drajvery-shagovogo-dvigatelya-unipolyarnyj-bipolyarnyj-l298n.html>