

УДК 681.51

В.Л. Русинов, В.И. Усенко

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ШПИНДЕЛЕМ ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА С ЧПУ

В статье рассматривается организация управления частотой вращения шпинделя фрезерного станка ЧПУ с помощью преобразователя частоты Hitachi SJ100-055-HFE по сигналам двоичного кода ЧПУ-контроллера NC Studio.

Ключевые слова: фрезерный станок, числовое программное управление, контроллер, преобразователь частоты, шпиндель, двоичный код, фиксированные частоты.

THE CONTROL SYSTEM OF SPINDLE MILLING MACHINE CNC

The article deals with the organization of control of the spindle speed CNC milling machine, using a frequency Converter Hitachi SJ100-055-HFE, on the signals of the binary code CNC controller NC Studio.

Key words: milling machine, Computer numerical control, controller, frequency Converter, spindle, binary code, fixed frequencies.

1. Фрезерно-гравировальный станок с ЧПУ «Вектроник»

Этот станок представляет собой порталную конструкцию, состоящую из трех управляемых осей с вертикально расположенным шпинделем (рис. 1).

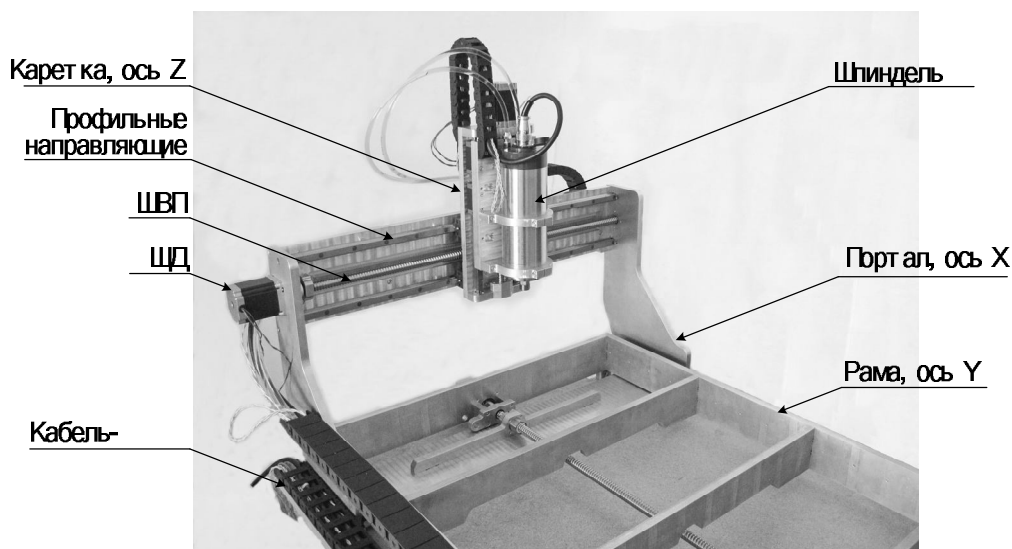


Рис. 1. Внешний вид станка «Вектроник».

Вертикально-фрезерный станок порталного типа – наиболее универсальный и востребованный для различных видов производств. Конструктивно состоит из рамы, предназначенной для крепления основных узлов, и механизмов станка. На раму устанавливается рабочий стол, к которому кре-

пятся заготовки и технологические приспособления. Вдоль стола в продольном направлении перемещается портал, на котором находится каретка со шпинделем. Шпиндель перемещается вдоль по порталу и на каретке в вертикальном направлении.

2. Система управления станком

Система управления станком построена на основе аппаратного ЧПУ-контроллера, который представляет собой специализированную плату расширения для ПК и программный комплекс Weihong NC Studio для управления станком (рис. 2). На станке используется PCI-плата NC Studio от китайского производителя, приобретенная на глобальной торговой площадке Ebay [2]. В комплект поставки входит сама PCI-плата (устанавливаемая в ПК), соединительный кабель и плата коммутации для удобства подсоединения электроники станка.



Рис. 2. Комплектация ЧПУ-контроллера NC Studio.

Программное обеспечение Weihong NC Studio v.5.5.60 работает под управлением ОС Windows XP SP3. Система управления NC Studio использует стандартные G-коды, что позволяет применять для разработки управляющих программ распространенные автоматизированные системы технологической подготовки производства (АТП), – например, системы ArtCAM, MasterCAM и др. Старые версии ПО Weihong NC Studio находятся в свободном доступе в Интернете либо предоставляются для скачивания компаниями, торгующими механическими и электронными компонентами для ЧПУ.

В документации к поставляемому ЧПУ-контроллеру приводится типовая схема коммутации станка с системой NC Studio. На рис. 3 представлена схема коммутации, рекомендуемая российской компанией PureLogic R&D, являющейся разработчиком и поставщиком компонентов для ЧПУ станков [3].

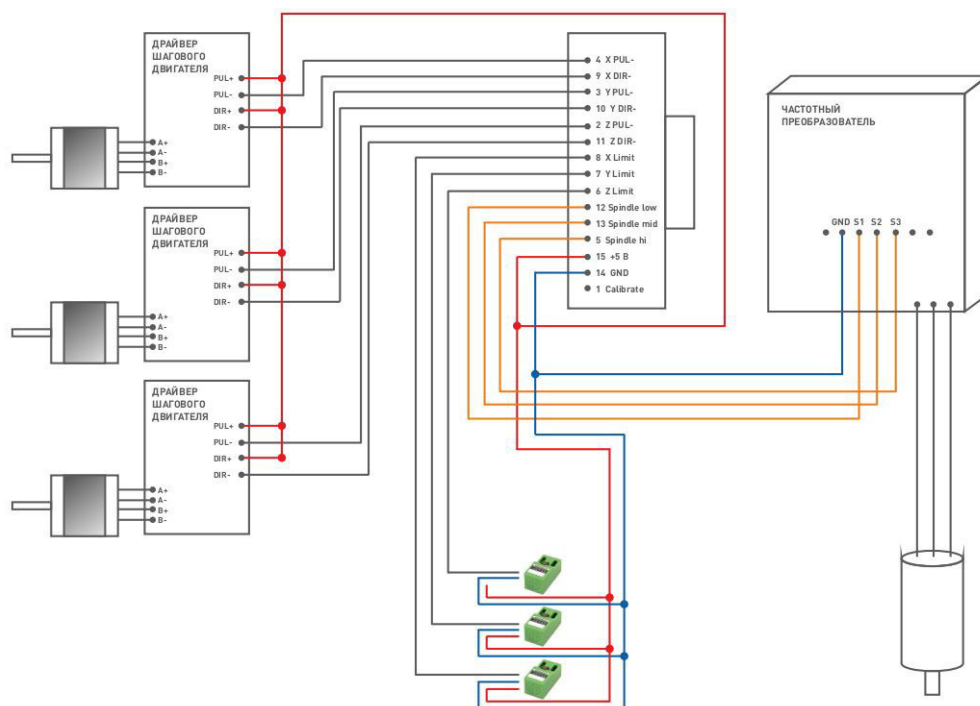


Рис. 3. Схема коммутации станка с системой NC Studio v5.

Систему управления станком ЧПУ с использованием NC Studio отличает высокая стабильность работы, так как управление электроприводом осуществляется аппаратно (ЧПУ-контроллером), а расчеты траектории движения – программно на ПК.

3. Организация управления частотой вращения шпинделя

Для организации управления шпинделем станка по командам ЧПУ-контроллера необходимо:

1) разработать схему подключения силовых цепей преобразователя частоты и шпинделя и цепей управления NC Studio – ПЧ; 2) произвести настройку преобразователя частоты для работы со скоростным шпинделем; 3) запрограммировать фиксированные частоты и способ управления скоростью вращения шпинделя по дискретным входам ПЧ.

Подключение шпинделя

Для подключения шпинделя к преобразователю частоты, согласно инструкции по эксплуатации ПЧ Hitachi SJ100-015-HFE [4] и рекомендациям китайского производителя комплектующих для станков с ЧПУ – G-penny Machine [5], разработана принципиальная схема подключения (рис. 4).

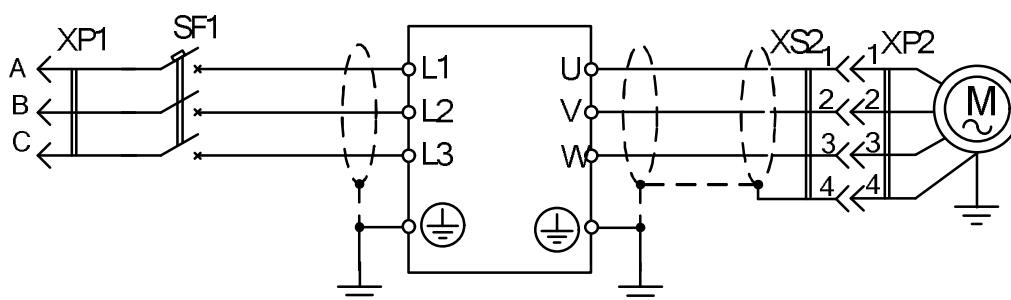


Рис. 4. Принципиальная схема подключения шпинделя к ПЧ.

Предварительная настройка преобразователя частоты

Предварительная настройка производится для того, чтобы изменить заводские настройки под работу с конкретным шпинделем, для первого запуска и его обкатки. В результате произведено следующее:

1. Задано управление частотой вращения со встроенного потенциометра, функция **A01** код **00**.
2. Установлен запуск двигателя нажатием клавиши **RUN**, функция **A02** код **02**.
3. Проверена установка направления вращения, функция **F04** код **00** – прямое вращение, **01** – обратное.
4. Установлена базовая частота (Гц), функция **A03** значение **360**.
5. Установлена максимальная частота (Гц), функция **A04** значение **360**.
6. Установлено напряжение на двигателе:

установка сетевого напряжения (напряжение 380 В), функция **A82** значение **380**;

установка выходного напряжения в процентах от сетевого, функция **A45** значение **57,9**.

Значение функции **A45**, напряжение на выходе ПЧ ($U_{\text{вых.}\%}$) задается в процентах от установленного в функции **A82** сетевого напряжения ($U_{\text{сеть}}$, В) по выражению:

$$U_{\text{вых.}\%} = \frac{U_{\text{вых}}}{U_{\text{сеть}}} \cdot 100\% = \frac{220}{380} \cdot 100\% = 57,9\%, \quad (0.1)$$

где $U_{\text{вых}} = U_{\text{дв}}$ – желаемое напряжение на выходе, принимаемое равным номинальному напряжению шпинделя, в данном случае $U_{\text{дв}} = 220$ В.

Подключение преобразователя частоты к плате NC Studio

Схема подключения шпинделя и настройка работы ПЧ хорошо описаны в документации к поставляемому преобразователю частоты и не вызывают трудностей. Схема подключения платы NC Studio к преобразователю частоты усложняется тем, что необходимо согласовать выходы управления платы и входы управления ПЧ. На дискретных выводах PCI-платы формируется трехразрядный код управления в виде сигнала замыкания на «землю», а на дискретные входы ПЧ необходимо подавать код управления в виде напряжения «+24 В». Это «недоразумение» можно устранить с помощью согласующего устройства на оптронах, которое будет преобразовывать сигнал GND в сигнал «+24 В» (рис. 5).

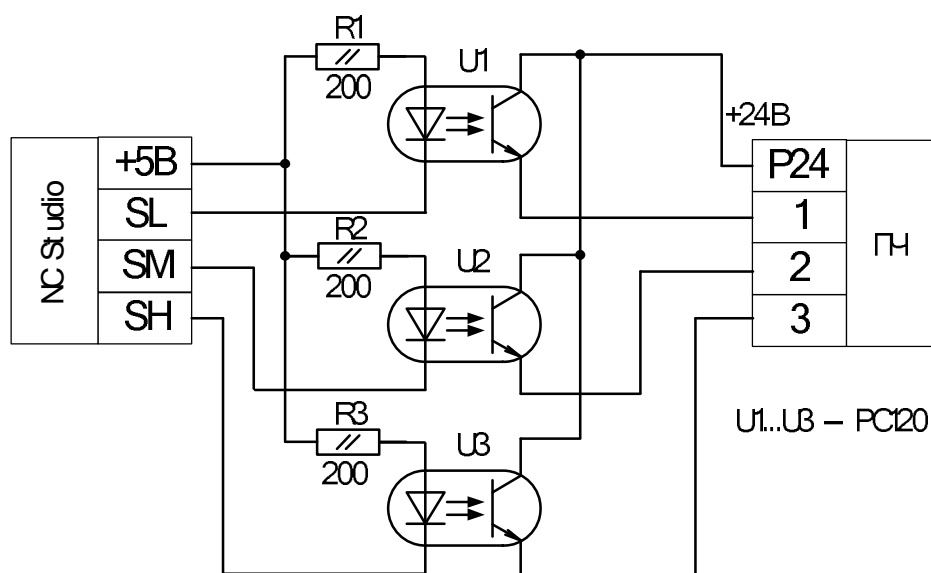


Рис. 5. Принципиальная схема подключения ПЧ и NC Studio.

Определение значений фиксированных частот

Частота вращения шпинделя на станке регулируется преобразователем частоты Hitachi SJ100-055-HFE. Заданное значение частоты вращения в виде двоичного кода поступает от платы ЧПУ-контроллера NC Studio. Физически двоичный код реализуется в виде сигналов земли на трех выводах платы коммутации (рис. 6). Программно код формируется в ПО NC Studio в управляющей программе, написанной в G-коде, с помощью команды S указывается скорость вращения шпинделя. Заданная скорость вращения шпинделя преобразуется в трехразрядный код, который дает возможность указать 7 значений скорости вращения.

Программа NC Studio позволяет программно или через интерфейс пользователя (ручное управление станком с помощью оконных элементов) задавать скорость вращения от 0 до 24.000 об/мин плавно или дискретно. Поэтому в данной NC-системе производится преобразование заданной скорости вращения из диапазона (0–24.000 об/мин) в трехразрядный код. В таблице приводится соответствие между заданной скоростью в NC Studio и формируемым кодом на выводах платы коммутации.

В двух последних столбцах таблицы приводятся значения фиксированных частот, которые будут запрограммированы в преобразователе частоты. Как видно, значения фиксированных частот в ПЧ находятся на краях соответствующих диапазонов частот NC Studio. Эту особенность необходимо

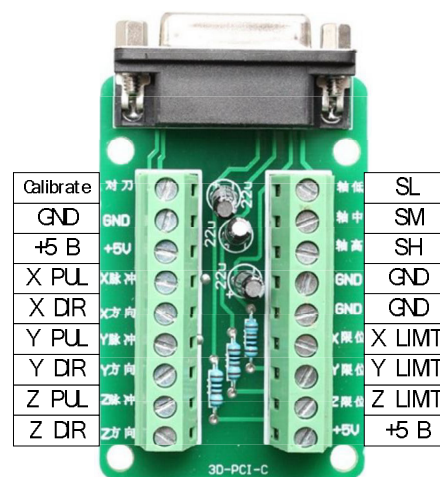


Рис. 6. Плата коммутации с обозначением выводов.

учитывать при написании управляющих программ, т.е. значения функции S в G-коде должны иметь фиксированные значения, указанные в последнем столбце таблицы.

Формируемый код программой NC Studio

Значение частоты задаваемой в NC Studio, об/мин	Формируемый NC Studio-код на выводах коммутационной платы			Фиксированные частоты ПЧ	
	SL	SM	SH	Гц	об/мин
0	0	0	0	-	-
1 – 6000	1	0	0	100	6000
6001 – 10000	0	1	0	150	9000
10001 – 12000	1	1	0	200	12000
12001 – 15000	0	0	1	250	15000
15001 – 18000	1	0	1	300	18000
18001 – 20000	0	1	1	330	19800
20001 – 24000	1	1	1	350	21000

Примечание. Указанный код получен опытным путем. Проводились измерения сопротивления между выводами SL, SM, SH и GND (платы коммутации) и задавались различные значения скорости вращения в программе NC Studio.

Программирование фиксированных частот в преобразователе частоты

После запуска и обкатки шпинделя необходимо запрограммировать в ПЧ фиксированные частоты и номера дискретных входов для передачи кода от NC Studio. Для этого разработан следующий алгоритм настройки:

- 1) настройка в ПЧ дискретных входов 1, 2 и 3, для чего необходимо: ввести в функции **C01** код **02** (CF1), ввести в функции **C02** код **03** (CF2), ввести в функции **C03** код **04** (CF3). Для проверки правильности настройки входов можно воспользоваться функцией **d05**, показывающей состояние дискретных входов;
- 2) программирование фиксированных частот функцией **A21-A27**;
- 3) перевод установки частоты с встроенного потенциометра на установку частоты цифрового оператора (согласно коду NC Studio), производится функцией **A01** код **02**.

Заключение

Таким образом, в статье предложена методика организации системы управления шпинделем фрезерного станка с ЧПУ, которая состоит в подключении платы коммутации NC Studio к преобразователю частоты Hitachi SJ100-015-HFE, настройке его параметров для работы со шпинделем и программировании фиксированных частот, соответствующих значениям S-команды управляющей программы, написанной в G-коде.

1. Проект «Вектроник» // CNC «Вектроник»: Компьютерный Портал. – 2015. – Режим доступа: <http://vektionik.ru/index.php/87897897/a1/a1-rp>. – 22.03.2018.

2. Глобальная торговая площадка – Ebay. – Режим доступа: <https://www.ebay.com/itm/CNC-Handwheel-3-Axis>. – 22.03.2018

3. Руководство по настройке // PureLogic R&D: Компьютерный Портал. – 2007. – Режим доступа: https://purelogic.ru/data/soft/elektronika_chpu/cnc_controller_znc5v_3x_installation_guide_ru.pdf. – 22.03.2018.

4. Инструкция по эксплуатации преобразователя частоты HITACHI серия SJ100-...NFE/HFE. ВЭМЗ-СПЕКТР 1999, 82 с.

5. Глобальная торговая площадка – AliExpress. – Режим доступа: <https://ru.aliexpress.com/item/New-Product-220VAC-1-5KW-CNC-Water-Cooled-Spindle-Motor-engraving-milling-grind-65x185mm-ER16-3/1698976263.html>. – 27.03.2018.