

УДК 62-83

doi:10.18720/SPBPU/2/id23-440

Нгуен Тиен Зунг<sup>1,2</sup>, магистр технических наук,  
<sup>1</sup>аспирант кафедры Технологии машиностроения,  
Волгоградский государственный технический университет,  
Волгоград, Россия,

<sup>2</sup>Вьетнамский государственный технический  
университет им. Ле Куй Дона,  
Ханой, Вьетнам  
dungnth@yandex.ru

Чан Куанг Зунг, заведующий кафедрой Машиностроительной  
технологии, Вьетнамский государственный технический  
университет им. Ле Куй Дона,  
Ханой, Вьетнам  
dunglqdt@gmail.com

Ионкина Елена Сергеевна, кандидат педагогических наук,  
доцент кафедры Русского языка,  
Волгоградский государственный технический университет,  
Волгоград, Россия  
helenion@yandex.ru

Харламова Наталья Владимировна, кандидат филологических наук,  
заведующая кафедрой Русского языка,  
Волгоградский государственный технический университет,  
Волгоград, Россия  
gorkovskaya@mail.ru

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОТОЧНОГО МИНИ СТАНКА С ЧПУ

**Аннотация.** Проектирование и изготовление модели трехосевого фрезерного станка с ЧПУ осуществляется на основе теоретических и экспериментальных исследований. Машинные модели в основном используются для обучения и научных исследований. При работе рассматриваемой модели можно изготавливать и обрабатывать многие типы деталей благодаря использованию программного обеспечения Mach 3 на компьютере для управления и моделирования.

**Ключевые слова:** трехосевой фрезерный станок с ЧПУ, приложение Mach 3, система управления с участием компьютера.

Nguyen Tien Dung<sup>1,2</sup>, master of technical sciences,  
<sup>1</sup>postgraduate student of the Department of Mechanical Engineering  
Technology, Volgograd State Technical University

Volgograd, Russia,  
<sup>2</sup>Le Quy Don Technical University,  
Hanoi, Vietnam  
dungntth@yandex.ru

Tran Quang Dung,  
head of the Department of Mechanical Engineering  
Faculty of Mechanical Engineering  
Le Quy Don Technical University,  
Hanoi, Vietnam  
dunglqdtth@gmail.com

Ionkina Elena Sergeevna, PhD in pedagogy,  
associate professor of the Department of Russian Language,  
Volgograd State Technical University,  
Volgograd, Russia  
helenion@yandex.ru

Kharlamova Natalya Vladimirovna, PhD in philology,  
head of the Department of Russian Language,  
Volgograd State Technical University,  
Volgograd, Russia  
gorkovskaya@mail.ru

## RESEARCH PROBLEMS OF THE PRODUCTION A HIGH-PRECISION MINI CNC MACHINE

**Abstract.** The design and manufacture of a model of a three-axis CNC milling machine is carried out based on theoretical and experimental studies. Machine models are mainly used for teaching and research. With the model in question, many types of parts can be manufactured and processed using the Mach 3 software on a computer for control and simulation.

**Keywords:** three-axis CNC milling machine, Mach 3 application, computer-assisted control system.

**Актуальность.** В настоящее время станки с ЧПУ приобрели широкую популярность. Использование станков с числовым программным управлением (ЧПУ) позволяет усовершенствовать обработку изделий, повысить точность обработки и экономическую эффективность, а также сократить производственный цикл [1]. Они используются не только для фрезерования металлических материалов, но и являются неотъемлемой частью декоративного искусства. Станки с ЧПУ могут гравировать и фрезеровать множество различных материалов, а также изготавливать декоративные предметы и сувениры. Трехосевые станки с ЧПУ, в зависимости от их рабочей головки, могут выполнять разные задачи. Если к трехосевому станку с ЧПУ прикрепить гравировальную головку, он становится гравировальным станком, если прикрепить фрезерный станок, он становится фрезерным станком с ЧПУ. Спрос на использование станков с ЧПУ для гравировки и фрезеровки с целью создания фотографий, оформления

интерьера и изготовления сувенирной продукции сильно растет. Гравировка и фрезеровка могут быть выполнены вручную на древесных материалах, но требуют много времени и опыта мастера, а также не удовлетворяют потребности изготавливать большое количество изделий и не создают единообразия изделий. Таким образом, вопрос производства высокоточного станка с ЧПУ является актуальным.

Мы изучили работы, в которых исследовали мини-станки с ЧПУ и применяли их на практике для резки слюды, дерева или резки плазмы. К сожалению, эти исследования не приводят к улучшению качества продукции после резки, и погрешность станка по-прежнему велика, скольжение машины не преодолено, долговременная стабильность машины невысока, часто возникают повреждения в части управления, в процессе использования часто ломается механическая часть станка.

В данной работе представлена конструкция трехосевого станка с ЧПУ с функцией фрезерования и гравировки текстур, узоров, объемных изображений на древесных и слюдяных материалах.

Процесс работы над созданием станка включал в себя следующие этапы: изучение характеристик различных станков с целью разработки плана создания мини-станка с ЧПУ; разработка механической конструкции станка, электрической его части и алгоритма управления. Последний этап подразумевал оценку результатов и определение перспектив дальнейшего исследования.

**Методы исследования.** На начальном этапе работы над созданием станка мы исследовали и анализировали теоретические документы по детальному проектированию станков, технологии их производства, технологии программирования станков с ЧПУ, использованию программного обеспечения Mach 3. Нами была изучена теория процесса обработки и резания на фрезерных станках с ЧПУ [2; 3]. Это послужило основой расчета, выбора конструкции, размеров и обеспечения работоспособности станка после изготовления и эксплуатации. После изучения метода программирования обработки на станках с ЧПУ была создана программа ЧПУ некоторых конкретных деталей.

Мы использовали приложение Mach 3 для программирования, управления и моделирования процесса обработки деталей на экране компьютера [4; 7]. Затем последовало изготовление деталей машин и целых моделей машин на базе существующего оборудования с целью использования этой модели при обработке таких материалов, как алюминий и слюдяной пластик. Модели проходили тестирование в процессе стажировки студентов-механиков и обучения профессионального персонала.

**Цели и задачи работы.** Цель работы: Создание конструкции трехосевого станка с ЧПУ с такими возможностями, как фрезерование и проработка мотивов, узоров, трехмерных изображений на древесных материалах и слюде.

**Задачи работы:**

– Создать конструкцию мини станка с ЧПУ с гравировальным ножом (конструкция механической части, электрической части и контроллера).

– Протестировать разработанную конструкцию.

– С помощью моделирования и проведения экспериментов выявить проблемы, определяя направление применения конструкции в производстве.

В данном исследовании предлагается план проектирования мини-станка с ЧПУ с гравировальной головкой с ножом для резбы по древесным материалам. Ввод данных может производиться в виде файлов, нарисованных в Master CAM, Corel, или файлах изображений. Требования к полученному станку:

– ориентировочный размер стола 400×600 см;

– ожидаемая точность:  $\pm 1,875 \mu\text{m}$ ;

– гравировальная головка – гравировальный нож, с воздушным охлаждением, без инвертора;

– возможность гравирования 2D и 3D на дереве и слюдяных материалах.

**Новые результаты, полученные лично авторами.** В процессе сбора информации и его анализа в соответствии с проектными требованиями, изготовления модели трехосевого фрезерного станка с ЧПУ была определена структура станка [5; 6]. Эта структура подразумевает следующие характеристики:

- метод привода: шариковый ходовой винт;
- двигатель для работы машины: шаговый двигатель 24HS43-2004S;
- фрезерная головка: тип шпинделя с воздушным охлаждением;
- контроллер: система управления с участием компьютера,

что позволяет изменять и корректировать программу обработки деталей и программу работы станка.

При использовании импульсов непосредственно с параллельного порта компьютера для возбуждения драйвера двигателя возникают проблемы: интерференции сигналов и плохое влияние силовой части машины на компьютер. Из-за вышеперечисленных проблем перед подключением через драйвер двигателя и управление включением/выключением шпинделя требуется схема буфера сигналов от компьютера. В данной работе используется микросхема 74НС245 для буферизации выходного сигнала параллельного порта.

**Краткие выводы.** Для проверки работоспособности станка были проведены тесты. Экспериментальная проверка станка проводилась по каждой из осей X, Y и Z. Результаты теста по осям X, Y и Z приведены в таблицах 1, 2 и 3.

*Таблица 1*

#### Экспериментальные данные оси X

Ось X	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й
Дизайн (мм)	100	100	100	100	100
Эксперимент (мм)	100.02	100.01	100.02	100.02	100.01

*Таблица 2*

#### Экспериментальные данные оси Y

Ось Y	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й
Дизайн (мм)	100	100	100	100	100
Эксперимент (мм)	100.02	100.02	100.00	100.01	100.00

## Экспериментальные данные оси Z

Количество ярусов	Размер шага конструкции (мм)	1-й раз	2-й раз	3-й раз	4-й раз	5-й раз
1-й уровень	5	5.01	5.02	5.02	5.02	5.02
2-й уровень	5	5.01	5.02	5.02	5.01	5.01
3-й уровень	5	5.02	5.00	5.01	5.00	5.01

Суммарная погрешность:

$$SS_m = \sqrt{ss_x^2 + ss_y^2 + ss_z^2} = \sqrt{0,016^2 + 0,012^2 + 0,013^2} = 0,024mm$$

В данной работе был сконструирован и испытан трехосевой станок с ЧПУ с использованием программного обеспечения Mach3 с экспериментальной точностью  $\pm 0,024$  мм.

При достигнутой точности рабочая головка станка может использоваться для: лазерной, фрезерной, сверлильной, плазменной резки, обработки изделий для различных отраслей промышленности. Лабораторное тестирование схемы дает возможность утверждать, что она стабильна, что подтверждает практическую ценность темы.

Модель высокоточного трехосевого фрезерного станка с ЧПУ, управляемая компьютером, имеет много преимуществ по сравнению с обычными фрезерными станками. Фрезерование позволяет легко обрабатывать сложные профили со шпиндельными узлами; интегрирование с валом двигателя шпинделя снижает вибрацию и шум; структура более компактна и обеспечивает концентричность между двигателем и инструментом; расчет точности очень высок; большая скорость обработки увеличивает производительность. Кроме того, параметры обработки, рабочее состояние станка, программа и процесс обработки отображаются и моделируются на экране компьютера.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Trần Văn Địch.** Công nghệ CNC, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội, 1999.
2. **Trần Văn Địch.** Công nghệ chế tạo máy, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội, 2009.
3. **Nguyễn Ngọc Đào, Trần Thế San, Hồ Viết Bình.** Chế độ cắt gia công cơ khí, NXB Đà Nẵng, 2001.
4. **Axelson J.** Parallel Port Complete. Programming, Interfacing & Using the PC's Parallel Printer Port. Lakeview Research, 2000. URL: <https://www.overdrive.com/media/59527/parallel-port-complete> (accessed on 05.03.2023).
5. **Trịnh Chất, Lê Văn Uyển.** Tính toán thiết kế hệ dẫn động cơ khí, Nhà xuất bản giáo dục Việt Nam, 2006.
6. **Nguyễn Hữu Lộc.** Cơ sở thiết kế máy, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, 2016.
7. Mach3 Setup for CNC Micro Mill & CNC Micro Lathe [Electronic re-course] // Micro-Machine-Shop.com. July 5, 2022. URL: [https://www.micro-machine-shop.com/mach3\\_setup.htm](https://www.micro-machine-shop.com/mach3_setup.htm) accessed on 05.03.2023).