



УДК 621.914.3

## РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ВЕРСТАТА З ЧПК ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КОЛОДОК

Студ. М.О. Болотян, гр. МгМ-18  
Наук. керівник доц. О.П. Манойленко  
Київський національний університет технологій та дизайну

**Мета і завдання.** Метою цієї роботи є розробка токарно-фрезерного верстата на числовому програмному керуванні для виготовлення взуттєвих колодок шляхом модернізації токарного верстата з використанням крокових двигунів на осях та шпинделя чпк.

**Об'єкт та предмет дослідження.** Об'єктами дослідження є процес виготовлення взуттєвих колодок на фрезерних верстатах з ЧПК. Предметом дослідження є токарний верста типу L4Z (аналог ТВ16).

**Методи та засоби дослідження.** При розробці структури токарно-фрезерного верстата застосований відомий метод системного аналізу, де об'єкт оцінюється з елементами евристики як система з усіма її факторами.

**Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів.** В роботі розглянутий варіант можливої модернізації токарного верстата L4Z (аналог ТВ16) та оснащення його кроковими двигунами та фрезерним шпинделем. Розроблена конструкція верстату дозволяє виготовлення суцільних колодок для виготовлення взуття різного за типорозміром [1] за 3D моделлю колодки.

**Результати дослідження.** Зручність взуття перш за все залежить від якості виготовленої колодки. При виготовленні взуття застосовуються колодки різних типів та типорозмірів [1]. На сьогоднішній день для виготовлення взуття, а також створення колодок за індивідуальним замовленням широко застосовуються САПР з застосуванням 3D лазерного сканування [2, 3]. При виготовленні колодок використовують деревину (бук, граб), але в зв'язку з удосконаленням техніки і технологій здебільше застосовують поліетилен (пластмаси) різних марок [4]. Взуттєві колодки для затягування верху взуття виготовляються різними способами [2]: 1 литвом в прес-форми; 2 пневмоформування; 3 фрезерування за копіром; 4 фрезерування на верстаті з ЧПК; 5 гіпсуванням; 6 протипіювання на 3D принтерах (адитивні технології). В рамках економіки способи 1-3 не можуть бути застосовані при індивідуальному виготовленні колодок, в цей же час виготовлення колодок за способами 5 та 6 може бути застосовано для виготовлення лише декількох пар взуття [2]. Швидке виготовлення та підготовка виробництва може бути реалізоване при застосування верстатів з ЧПК, однак зважаючи на значну їх вартість, актуальною задачею є розробка верстатів на базі верстатів з ручною, або механічною подачею.

Конструкція верстата з ЧПК зображена на рисунку 1, що містить передню бабку 1, супорт 2, фартух 3, ходовий гвинт 4 (вісь X). Обертання заготовки відбувається в шпинделі 5 передньої бабки 1 за допомогою електродвигуна через шків 11. Супорт 2 забезпечує переміщення різального інструменту (поперечну - Y та повздовжню - X подачу) за допомогою крокових двигунів, відповідно 9 та 10. В залежності від місця встановлення заготовки можна виконувати просте обточування різцем за програмою (при встановленні в кулачковий патрон 5), або об'ємне фрезерування (при встановленні в 3-х кулачковий патрон 7) фрезою 12, яка встановлена в цангу шпинделя 6. Повздовжнє переміщення реалізується гвинтовою передачею 4. Задня бабка 13 з редуктором та кроковим двигуном 8, одночасно може служити, як для обертання заготовки, що закріплена в 3-х кулачковий патрон 7, так для підтримки габаритної заготовки під час різання при встановленні централ.



Точність позиювання супорта верстата та заготовки визначається кроком крокового двигуна та передаточним відношенням до гвинтових та зубчастих пар.

$$\Delta x = \frac{h_1}{k}, \Delta y = \frac{h_2}{k}, \Delta o = \frac{2 \cdot \pi}{k \cdot U}, k = \frac{2 \cdot \pi}{\Delta k}$$

де:  $k$  – кількість кроків повного повороту крокового двигуна ( $\Delta k = 1,8^\circ$ );  $\Delta x, \Delta y, \Delta o$  – величина дискретного переміщення, відповідно по осях координат  $X, Y$  та кутовій координаті  $O$ ;  $h_1, h_2$  – крок гвинтової передачі, відповідно повздовжнього ( $X$ ) та поперечного ( $Y$ ) переміщення;  $U$  – передаточне число планетарного редуктора ( $U = 16$ ).

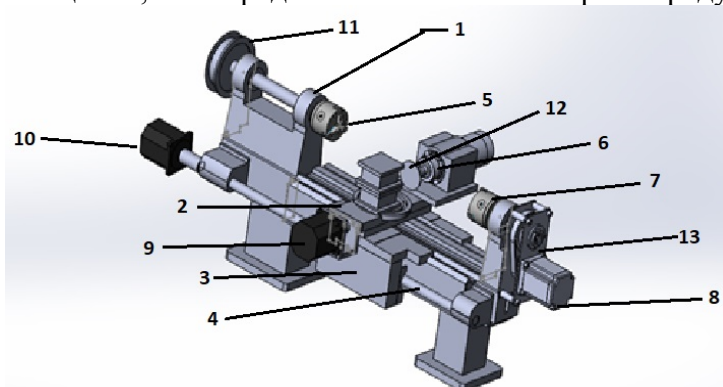


Рисунок – загальний вид токарно-фрезерного верстата з ЧПК

Враховуючи при модернізації ходові гвинти не підтягались заміні, величина кроку складає  $h_1 = 4$  мм,  $h_2 = 2,5$  мм. Підставивши значення отримаємо дискретні величини переміщення  $\Delta x = 0,02$  мм,  $\Delta y = 0,0125$  мм,  $\Delta o = 1,96 \cdot 10^{-3}$  рад., що відповідно також відповідає величині подачі за відповідними осями.

Режими різання розраховуються в залежності від типу інструментів та матеріалів, які обробляються. При фрезеруванні твердої деревини (бук, дуб) рекомендовані режими різання [5], які наведені в таблиці.

№/п	Тип фрези	Подача мм/хв	Частота обертання шпинделя хв. <sup>-1</sup>	Глибина за прохід, мм
1	Торцева 6 мм	1500-2500	20 000-24 000	75-8
2	Торцева 3 мм	500-1000		4,5
3	Гравер 30°x0,2	300-600		3

**Висновки.** Модернізація верстата та оснащення засобами числового керування забезпечується швидке виготовлення взуттєвих колодок на основі розробленої 3D моделі розробленої в САПР з застосуванням 3D сканера. Зважаючи на відносно малу вартість крокових двигунів та блока керування модернізація верстатів з метою розширення технологічних характеристик є доцільною та економічно обгрунтованою.

**Ключові слова.** Верстат з ЧПК, спосіб виготовлення колодок взуття.

ЛІТЕРАТУРА

- ГОСТ 3927-88 Колодки обувные. Общие технические условия.
- Кокорев Б.С. Разработка инновационной технологии создания индивидуальной обувной колодки для обуви повышенной комфортности. Автореферат на соискание ученой степени к.т.н. — Москва, МГУДТ, 2015. — 197 с.
- Ильюшин С.В. Разработка методики проектирования обуви в формате 3D с использованием технологий обратного инжиниринга. Автореферат на соискание ученой степени к.т.н. — Москва, МГУДТ, 2014. — 197 с.
- Макарова В.С. Моделирование и конструирование обуви и колодок / Легпромиздат, 1987. — 211 с.: ил., 1988. - 432 с.
- ЧПУ Моделист. Режим доступа: <https://cncmodelist.ru/stati/stati-po-rabote-s-chpu-stankom/rezhimy-rezaniya.html>