

УДК 681.513.5

Т.Г. Руденко, здобувач, Ю.О. Єрмолаєв, доц., канд. техн. наук, В.О. Шалімов, доц., канд. техн. наук

*Кіровоградський національний технічний університет*

## Розробка автоматизованої системи керування обробкою деревини на поздовжньо-фрезерних верстатах

В статті запропоновано нову автоматизовану комбіновану систему керування механізмами поздовжньо-фрезерних верстатів з метою отримання необхідної продуктивності, якості виробів та енергозбереження.

**система керування, поздовжньо-фрезерний верстат, деревообробка**

**Постановка проблеми.** Питання отримання продукції потрібної якості в процесі обробки з мінімальними затратами сировинних, енергетичних, часових, трудових ресурсів є важливим і актуальним в умовах сучасної екологічної та економічної ситуації в Україні та світі, в тому числі і в деревообробній галузі.

Одним із можливих шляхів його вирішення є створення високоефективних автоматизованих систем керування, які дозволяють отримати необхідну якість обробленої продукції при мінімальних витратах енергії, сировини та праці.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженню процесів різання деревини та вдосконаленню деревообробних верстатів присвячені роботи видатних науковців: О.Л. Бершадського, О.Е. Грубе [1], Ф.М. Манжоса [1, 2], П.А. Афанасьєва, Є.Г. Івановського, І.Т. Глебова [1, 3] та інших. Основним напрямком розвитку деревообробної галузі було зменшення витрат праці людини, збільшення швидкості та продуктивності виробництва [4]. Питанням впровадження сучасних автоматизованих електроприводів, оптимізації алгоритмів управління, їх взаємозв'язку приділено недостатньо уваги. Необхідною умовою вирішення цих задач є впровадження сучасних інноваційних систем контролю та керування [5, 6, 7].

**Метою статті** є розробка автоматизованої системи керування процесом обробки деревини на поздовжньо-фрезерних верстатах з впровадженням регулятора процесу пуску привода інструмента, регулятора взаємодії головного привода і привода подачі, регулятора шорсткості.

### **Основні матеріали дослідження.**

Поздовжньо-фрезерні верстати належать до групи верстатів підвищеної точності і призначені для чистового оброблення поздовжніх поверхонь деталей з дерева та деревних матеріалів. Точність обробки на верстатах характеризується точністю форми, розмірів деталі і шорсткістю поверхні. Практично всі поздовжньо-фрезерні верстати за своєю структурою мають спільні риси: потужний привод ріжучого інструмента (від одного до чотирьох) та автоматизований привод подачі [2, 3]. Деякі верстати мають систему встановлення розмірів обробки деталей [7]. Функціональна схема конструкції сучасного поздовжньо-фрезерного верстата для калібрування деревних щитів торцевою фрезою представлена на рис. 1.

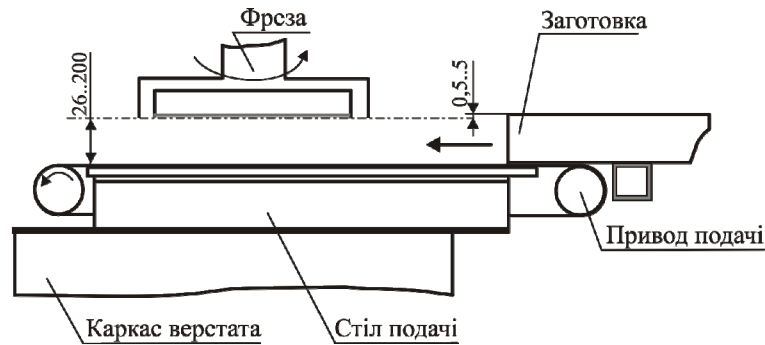


Рисунок 1 – Функціональна схема конструкції верстата

Структурна схема існуючої системи керування деревообробкою поздовжньо-фрезерного верстата показана на рис. 2. Верстат має автоматизовану подачу та встановлення товщини обробки за рахунок системи частотний перетворювач-асинхронний двигун. Система є розімкненою, контроль параметрів двигунів та технологічного процесу не здійснюється, а керування швидкістю подачі і встановлення товщини стружки відбувається з пульта оператора. При існуючій схемі верстат не може виготовляти прогнозовано якісну продукцію та економити електроенергію: чистота поверхні, точність розмірів, витрати електроенергії, час роботи верстата великою мірою залежить від досвіду, фізичного та емоційного стану людини-оператора.

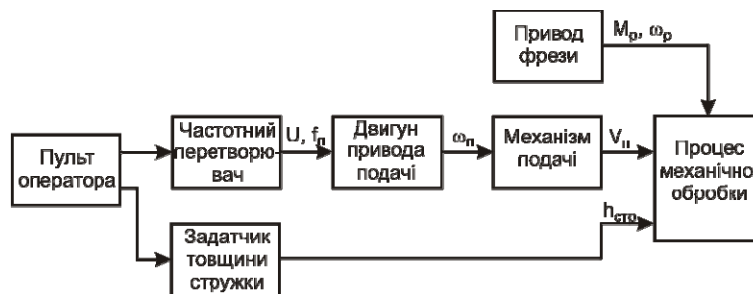


Рисунок 2 – Структурна схема існуючої системи керування поздовжньо-фрезерним верстатом

Проаналізувавши недоліки існуючої системи, ми пропонуємо автоматизовану систему керування процесом механічної обробки на поздовжньо-фрезерному верстаті рис. 3.

В структурній схемі керування виділяються три локальні системи:

1) Система плавного пуску привода інструмента (потужністю 11-15 кВт) [8], яка включає в себе систему тиристорний перетворювач напруги – асинхронний двигун (ТПН-АД) і датчик струму (ДС).

2) Система подачі, складена з транспортера, що переміщує заготовку. Транспортер приводиться в рух від асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором, живлення якого здійснюється через систему перетворювач частоти – асинхронний двигун. Система замикається по вихідній координаті шорсткості через датчик шорсткості (ДШ) з метою забезпечення необхідної якості обробленої заготовки.

3) Система регулювання навантаження привода інструмента, яка включає в себе датчик струму (ДС), блок керування з управлінням швидкістю подачі (транспортера).

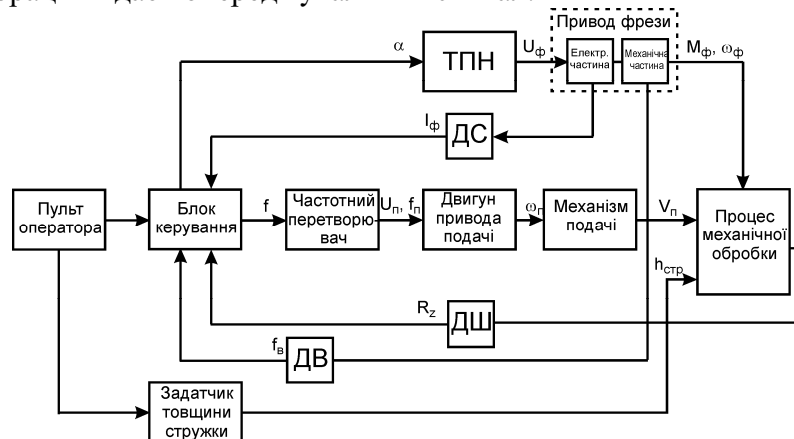
Велику увагу при розробці систем керування приділяється отриманню необхідної якості продукції. Важливим показником якості механічної обробки є чистота поверхні або шорсткість деревини, яка має конструктивний вплив на технологічні та експлуатаційні властивості деталі: величину припуску на обробку, міцність склеювання, якість облицювання, особливо тонкими плівками, витрати

лакофарбових матеріалів або клею, працезатрати на подальшу обробку. Шорсткість є інформативним параметром і має пряму залежність від ряду факторів: швидкості подачі, вібрацій верстата, точності встановлення лез фрезерного інструмента, затуплення лез, властивостей сировини та інших. Більшість з них не можливо змінити в процесі обробки, тому доцільним є використання профілометра та віброаналізатора, поєднаних в мікропроцесорну систему контролю та керування процесом деревообробки.

Аналіз приладів вимірювання шорсткості поверхні деревини показав, що найбільш придатним для використання в системі автоматичного керування якістю обробки деревини є лазерний датчик. Позитивний досвід використання лазерних первинних перетворювачів для дослідження шорсткості деревини з високою точністю без урахування анатомічних нерівностей описаний в роботах американських та румунських науковців [9, 10].

Параметром оптимізації режиму різання є швидкість подачі, яка збільшується або зменшується в залежності від шорсткості обробленої поверхні і завантаженості привода інструмента.

Вібрація інструмента пов'язана з дисбалансом ріжучого інструмента, що обертається, швидкістю різання, недостатньою жорсткістю вузлів верстата і їх передчасним зносом, кількістю ножів фрези. Впливи цих коливань позначаються на чистоті поверхні, тому для контролю використано датчик вібрації (ДВ), який при підвищенні вібрації видає попереджувальний сигнал.



ТПН – тиристорний перетворювач напруги; ДС – датчик струму; ДШ – датчик шорсткості;  
ДВ – датчик вібрації

Рисунок 3 - Структурна схема системи керування якістю обробки поздовжньо-фрезерного верстата

Система має наступні переваги:

- контроль якості обробки здійснюється в умовах цеху і не потребує лабораторій та додаткового обладнання;

- вибір високо потужних двигунів обумовлений необхідністю запасу по моменту різання, для можливості роботи фрезерного інструмента, при цьому недостатнє завантаження асинхронного двигуна знижує його ККД і веде до нераціонального використання електроенергії, а перевантаження призводить до зносу ізоляції двигуна і скорочення строку його служби, тому керування пуском та режимами роботи привода інструмента сприяє енергозбереженню;

- привід подачі забезпечує оптимальну швидкість подачі як з точки зору технологічного процесу (потрібну чистоту поверхні деталі, точність розмірів та ККД проводу фрези), так і з точки зору режимів роботи самого двигуна;

- підвищення якості обробки за один прохід, зменшення витрат промислового часу на обробку деталі і трудових затрат, зменшення кількості браку, вибір оптимального режиму в процесі обробки.

#### **Висновки.**

1. Проаналізовані діючі системи керування електроприводів фрезерних верстатів.

2. Визначені фактори, що впливають на якість виробів, пов'язані з роботою систем керування приводами.

3. Висвітлені питання з впровадженням нових датчиків.

4. Запропонована нова автоматизована комбінована система керування механізмами поздовжньо-фрезерних верстатів з метою отримання необхідної продуктивності, якості виробів та енергозбереження.

#### **Список літератури**

1. Глебов И. Т. Резание древесины: учебное пособие / И. Т. Глебов. – СПб.: «Лань», 2010. – 256 с.
2. Манжос Ф. М. Дереворежущие станки /Ф.М. Манжос. –М.: «Лесн. пром.-сть», 1974. – 456 с.
3. Глебов И.Т. Оборудование отрасли: конструкции и эксплуатация деревообрабатывающих машин. Учебное пособие / Глебов И.Т. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2004. – 286 с.
4. Николаев А. Ф. Автоматизированные системы в деревообработке / Николаев Аркадий Федорович. – М.: Лесн. пром.-сть, 1981. – 79 с.
5. Свиридов Л.Т. Современные процессы и оборудование в деревообработке / Свиридов Л.Т., Ивановский А.В., Ивановский В.П. // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 10 – С. 92–94. – Режим доступа: [http://www.rae.ru/use/section=content&op=show\\_article&article\\_id=7981347](http://www.rae.ru/use/section=content&op=show_article&article_id=7981347)
6. Амалицкий В.В. Оборудование и инструмент современных деревообрабатывающих производств / Амалицкий В.В. // Лесной вестник. – 2000. – №1. – С.190 – 191.
7. Вельк А. А. Оборудование для обработки массивной древесины / Вельк А. А., Гейхман Б. Н., Сидоров Ю. П. // Деревообрабатывающая промышленность. – 1991. – № 12. – С. 17–20.
8. Єрмолаєв Ю.О. Обґрунтування впровадження системи плавного пуску для привода фрез верстата СФ-АСТРА-РК8/ Ю.О. Єрмолаєв, Т.Г. Руденко // Техніка в сільськогосподарському машинобудуванні, галузеве машинобудування, автоматизація: зб. наук. праць Кіровоград. нац. техн. ун-ту / – 2012. – Вип. 25. Ч. 1 – С. 365-371.
9. Lemaster Richard L. High Speed Surface Assessment of Wood and Wood-Based Composites [Електронний ресурс] / Richard L. Lemaster, James B. Taylor (North Carolina State University): presented at the 14th International Wood Machining Seminar, Epinal, France, 12-19 September 1999. – Режим доступа: [http://www.ncsu.edu/wmtrp/publications/14IWMS\\_lemaster.pdf](http://www.ncsu.edu/wmtrp/publications/14IWMS_lemaster.pdf).
10. Gurau L. Comparative study of laser triangulation and stylus measurements of roughness on wood surfaces [Електронний ресурс] / Lidia Gurau, Hugh Mansfield-Williams, Mark Irle // ProLigno (Brasov, Romania). – 2005. – Vol. 1, № 1. – P. 75–82. – Режим доступа до журн.: <http://www.proligno.ro/en/articles/2005/200501.htm>.

*Т. Руденко, Ю. Ермолаєв, В. Шалимов*

#### **Разработка автоматизированной системы управления обработкой древесины на продольно-фрезерных станках**

В статье предложена новая автоматизированная комбинированная система управления механизмами продольно-фрезерных станков с целью получения необходимой производительности, качества изделий и энергозбережения.

*T. Rudenko, U. Ermolaev, V. Shalimov*

#### **The development of an automated control system woodworking milling machines**

In the article the new automated combined control system of the milling machines mechanisms is proposed with a view to get the required performance, product quality and energy savings.

Одержано 21.09.12