

Експериментальні дослідження електроприводів верстата СФ-АСТРА-РК8

Стаття присвячена експериментальному дослідженню роботи електроприводів деревообробного верстата СФ-АСТРА-РК8 в режимах пуску, холостого ходу і при навантаженні. Наведені та проаналізовані осцилограми пусків асинхронних двигунів подачі та головного інструмента, їх взаємодія при обробці деталей з деревини.

деревообробний верстат, автоматизований електропривод, частотний перетворювач, асинхронний двигун, прямий пуск

Високі техніко-економічні показники та експлуатаційні властивості асинхронних двигунів і поява надійних частотних перетворювачів для управління їх роботою сприяли розповсюдженню асинхронного електропривода верстатів [1, 2, 3].

Об'єктом дослідження є асинхронний електропривод нового калібрувального верстата СФ-АСТРА-РК8 (рис. 1) виробництва НВФ «Астра», який призначений для калібрування за товщиною плоских матеріалів, а саме: деревини, шаруватих пластиків, картону електротехнічного.

Ефективність технологічних процесів металообробки, а також деревообробки визначається успішністю отримання деталей із заданою формою, розмірами та якістю поверхні на наявних у підприємств верстатах при мінімально можливих витратах часу.

Ефективність роботи верстата залежить від багатьох факторів, зокрема на неї суттєво впливають збурення, які діють під час обробки. Основними з них є зміни величини припуску, що знімається, твердості заготовки, що обробляється, і стану інструмента.

Одним із можливих шляхів підвищення ефективності процесу обробки матеріалу є управління під час обробки швидкостями робочих рухів верстатів [4].

У зв'язку з цим виникає проблема оптимізації роботи привода подачі [5, 6].

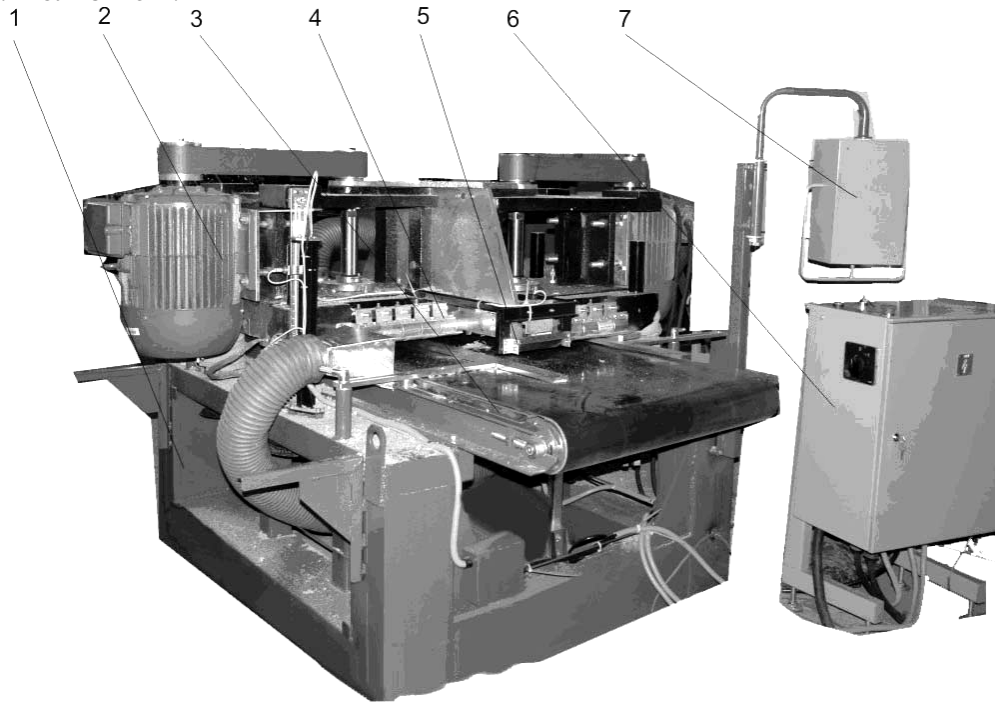
Оскільки значна частина електроенергії, що виробляється в країні, перетворюється електромеханічними системами в енергію механічного руху, то питання енергозбереження є також актуальними [7].

Метою статті є відображення реальних експериментальних даних (струмів навантаження двигунів, їх швидкості, зусиль різання та інші), які необхідні для дослідження вищезазначених проблем та побудови математичної моделі в подальшому.

Верстат являє собою систему, складовими частинами якої є два ріжучих інструмента, що обертаються від привода асинхронних двигунів серії АІР160S2, і механізм подачі, пов'язаний з інструментом через оброблювану деталь. Керування електромеханічними складовими верстата здійснюється з пульта управління та електрошкафи. Окремою складовою даної системи є автоматичний пристрій встановлення висоти обробки, який для нашого дослідження не представляє інтерес.

Верстат працює наступним чином. В першу чергу встановлюється висота обробки деталі з пульта управління. Після цього відбувається пряме включення та розгін асинхронних двигунів привода головного інструмента. Асинхронні двигуни серії АІР160S2 потужністю 15 кВт (синхронна частота обертання складає 3000 об/хв),

приводять у рух головний інструмент через плоскоремінну передачу з коефіцієнтом передачі близько 1.



1 – зварний каркас, 2 – двигун привода фрези, 3 – стіл подачі, 4 – прижимні планки, 5 – обмежувач максимального розміру деталі за висотою, 6 – шафа електрообладнання, 7 – пульт управління

Рисунок 1 – Загальний вигляд верстата СФ-АСТРА-РК8

Механізм подачі представляє собою транспортер, ведучий ролик якого приводиться в рух ланцюговою передачею через редуктор від асинхронного двигуна АИР80А2 потужністю 1.5 кВт. Управління роботою привода подачі здійснюється частотним перетворювачем серії FR-S540 виробництва Mitsubishi Electric (Японія) [8]. З пульта управління можна встановлювати дискретно частоту перетворювача: 5; 12.5; 20; 27.5; 35; 42.5 та 50 Гц.

Через конструктивні особливості електромеханічної частини електроприводів на першому етапі експерименту виявилось неможливим безпосереднє вимірювання швидкості обертання роторів двигунів, зусиль різання, тому основна увага була приділена реєстрації фазних струмів обмоток статорів двигунів з короткозамкнутими роторами.

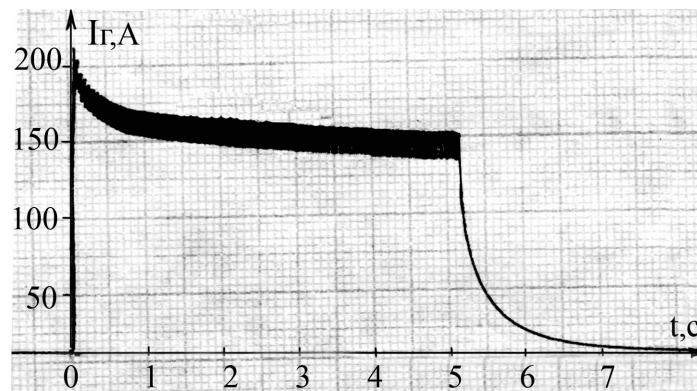


Рисунок 2 – Осцилограма струму фази статора двигуна при пуску привода інструмента

Для дослідження роботи основних вузлів верстата та їх взаємодії був проведений експеримент в експлуатаційних умовах. Вихідний струм асинхронного двигуна з к.з.р. привода інструмента через трансформатор струму ТК-20 300/5 фіксувався лабораторним самописцем НЗ38 – 4П. Вихідний струм асинхронного двигуна з короткозамкнутим ротором привода подачі знімався з виходів частотного перетворювача "АМ" та "5".

Експеримент проводився в два етапи: дослідження пускових струмів приводів подачі й інструмента та визначення струмів навантаження статорів асинхронних двигунів подачі та інструмента. В якості заготовок використовувались дошки розміром 1200x275x60 мм з деревини різної твердості (смерека та дуб).

На рис. 2 приведена осцилограма струму фази при прямому пуску без навантаження двигуна фрези, яка характерна миттєвим великим кидком струму та тривалістю. Тривалість перехідного процесу можна пояснити значним моментом інерції частин шпиндельного вузла верстата, які обертаються. Розрахунок моменту інерції рухомих частин шпиндельного вузла та ріжучого інструмента проведений згідно з рекомендаціями [9].

На рис. 3 наведена осцилограма струму фази статора двигуна привода подачі без навантаження. З осцилограми видно, що перетворювач частоти обмежує темп наростання струму, здійснюючи більш плавне розподілення струму в часі.

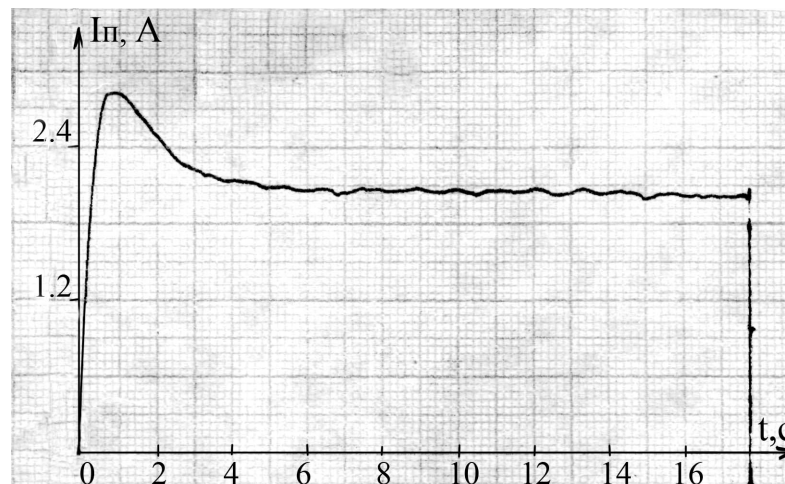


Рисунок 3 – Осцилограма струму фази статора двигуна при пуску привода подачі

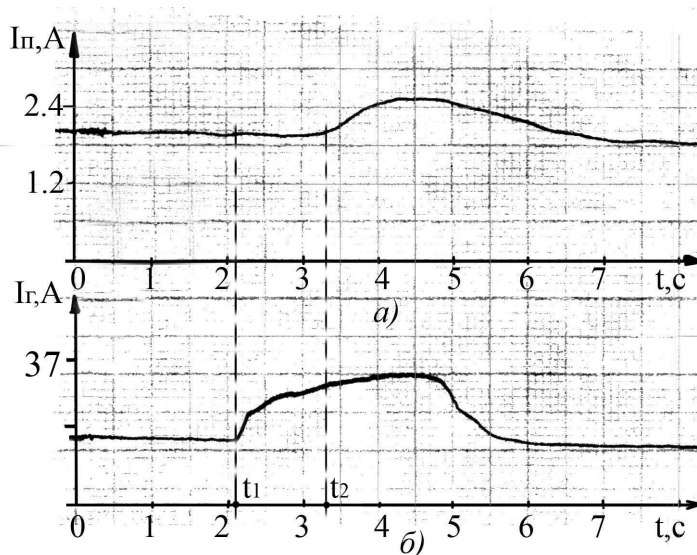
На рис. 4 наведені осцилограми фазних струмів двигунів фрези і подачі при сумісній роботі (матеріал – дуб, товщина стружки $\Delta h = 3$ мм). З рис. 4 слідує, що в момент часу t_1 прикладене навантаження до вала фрези (зуби фрези знімають стружку) і через $\Delta t \approx 1.1$ с виникає реакція двигуна подачі.

Висновки: 1) у результаті проведення експериментального дослідження були отримані осцилограми струмів двигунів фрези і подачі верстата СФ-АСТРА-РК8 в режимах пуску, холостого ходу та при навантаженні.

2) Головний привод фрези має важкий затяжний пуск, оскільки здійснюється напряму від мережі. Крім того, на валу двигуна безпосередньо знаходиться ріжучий механізм (фреза), що має значний момент інерції.

3) При обробці декількох осцилограм струмів статорів двигунів фрези та транспортера (подачі) встановлена взаємна реакція навантаження на приводи, яка знаходиться в межах 0.95 – 1.2 с.

4) Отримані результати будуть використані в побудові математичної моделі, необхідної для аналізу та оптимізації параметрів автоматичної системи керування.



(а) – осцилограма струму фази статора асинхронного двигуна привода подачі, (б) – осцилограма струму фази статора асинхронного двигуна привода інструмента

Рисунок 4 – Осцилограми фазних струмів двигунів фрези і подачі верстата СФ-АСТРА-РК8 при обробці деревини

Список літератури

1. Теорія електропривода: Підручник / М.Г.Попович, М.Г.Борисюк, В.А. Гаврилюк та ін.; За ред. М.Г. Поповича. – К.: Вища шк., 1993. – 494 с.: іл.
2. Волков О.В. Електромеханічні процеси та регулювання асинхронних електроприводів з інверторними перетворювачами частоти: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук: спец. 05.09.03 «Електротехнічні комплекси та системи» / О.В. Волков. – Дніпропетровськ, 1999. – 26 с.
3. Лимонов Л.Г., Моргулис В.П. Промислові електроприводи з мікропроцесорним керуванням //Електроінформ № 2, 2007. – С. 16 - 20.
4. Водічев В.А. Принцип керування швидкостями робочих рухів фрезерних верстатів для оптимізації режиму обробки //Труды Одесского политехнического университета. – Одесса.- 2004. – Вып. 1(21). – С. 129-133.
5. Водічев В.А. Керування рухом подачі верстата для оптимізації процесу металообробки //Труды Одесского политехнического университета. – Одесса.- 2003. – Вып. 2(20). – С. 124-127.
6. Водічев В.А. Алгоритм управління електроприводом подачі верстата для оптимізації режиму металообробки//Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету: Наукові праці КДПУ. – Кременчук: КДПУ. – 2003. – Вып. 2(19). Т1. – С. 57 – 60.
7. Силин С.С., Баранов А.В. Оптимизация операций механической обработки по энергетическим критериям// Станки и инструмент. – 1999. - №1 – С.16 – 17.
8. Mitsubishi Electric. Регулятор оборотов электродвигателя электронный (частотный преобразователь) FR – S 540 (520): инструкция по эксплуатации. – К.: КСК автоматизация, 2007. – 63 с.
9. Фаворин М.В. Моменты инерции тел / Михаил Владимирович Фаворин. – М.: Машиностроение, 1970. – 312 с.

Статья посвящена экспериментальному исследованию работы электроприводов деревообрабатывающего станка СФ-АСТРА-РК8 в режимах пуска, холостого хода и при нагрузке. Приведены и проанализированы осциллограммы пусков асинхронных двигателей подачи и главного инструмента, их взаимодействие при обработке заготовок из дерева.

The article is devoted experimental research of work of woodworking machine-tool of SF-ASTRA-RK8 in the modes of starting, idling and at loading. Resulted and analyzed oscillograms of starting of asynchronous engines of serve and main instrument, their cooperation at treatment of wooden details.