

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ПЛАВНОГО ПУСКУ ГОЛОВНОГО ПРИВОДА ДЕРЕВООБРОБНОГО ПОЗДОВЖНЬО-ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТА

Єрмолаєв Ю. О., Руденко Т. Г.

Кіровоградський національний технічний університет

Представлено результати синтезу параметрів системи плавного пуску привода фрез деревообробного поздовжньо-фрезерного верстата з розробкою імітаційної моделі; наведені експериментальні криві розгону.

Постановка проблеми. Найбільшого застосування в складі електроприводів сучасних деревообробних верстатів набули асинхронні двигуни (АД) з короткозамкненим ротором завдяки простоті, надійності та відносно низькій вартості.

Однак прямий пуск асинхронних двигунів електроприводу інструмента через великий пусковий струм та коливальний затухаючий характер пускового моменту двигуна викликає значні просідання напруги мережі живлення, великі електродинамічні перевантаження обмоток двигунів, порушення в роботі механічних вузлів привода. Покращення динамічних характеристик та енергозбереження в пускових режимах роботи асинхронних двигунів є важливою й актуальною науково-практичною задачею.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню пускових режимів АД присвячено чимало праць, зокрема роботи Закладного О. М., Браславського І. Я., Петрова Л. П., Андрущенко О. А. [1], Чорного А. П. [2], Фіраго Б. І. та ін. Регулювання частоти обертання фрез за технологічними умовами не потрібне, тому використання частотного управління не є раціональним [2].

Мета статті. Метою статті є аналіз пускових режимів асинхронних двигунів фрез та обґрунтування вживання методів плавного пуску для зменшення динамічних струмів і моментів та зниження енергоспоживання. Методи вирішення задачі: моделювання процесів в середовищі Matlab-Simulink та порівняння отриманих результатів з експериментальними осцилограмами.

Основні матеріали дослідження. В роботах [3, 4] надано опис електроприводів поздовжньо-фрезерних верстатів на прикладі деревообробного верстата СФ-АСТРА-РК8, відмічено, що привод кожної фрези здійснюється від нерегульованих асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором з прямим запуском типу АІР160S2, потужністю $P=15$ кВт, синхронною частотою обертання $n=3000$ об/хв.

Зазначимо, що кожна фреза знаходиться безпосередньо на валу двигуна, причому момент інерції фрези перевищує момент інерції ротора. Уникнути негативного впливу прямого пуску асинхронних двигунів дозволяють системи плавного пуску, які будуються на базі тиристорних перетворювачів напруги (ТПН). В роботі [1] пропонується використовувати закон управління для ТПН:

$$u_s = U_{s\text{уст}} \cdot [1 - e^{-\frac{t}{T_u}}], \quad (1)$$

де $U_{\text{уст}}$ – усталене значення прикладеної напруги;
 t – час;

T_u – стала часу, яка визначає швидкість наростання напруги.

Збільшення напруги за виразом (1) можна реалізувати шляхом зміни кута відкриття тиристорів α за експонентою:

$$\alpha = \alpha(0) \cdot e^{-\frac{t}{T_\alpha}}, \quad (2)$$

де $\alpha(0)$ – початкове значення кута α ;

T_α – стала часу, яка визначає швидкість зменшення кута α .

Для дослідження пускових режимів привода фрез поздовжньо-фрезерного верстата була запропонована імітаційна модель (рис. 1), розроблена в середовищі Matlab-Simulink на прикладі верстата СФ-АСТРА-РК8.

Модель включає блок тиристорів, включених зустрічно-паралельно, формувача імпульсів та блоків формування сигналу управління α , який може бути постійним, або змінюватись за лінійним чи експоненціальним законом (2).

Параметри цих блоків задані згідно з рекомендаціями, приведеними в [1]. Для моделювання прямого пуску на входи тиристорів подається постійний відпираючий сигнал.

Властивості асинхронної машини АUP160S2 моделі відповідають параметрам головного привода верстата СФ-АСТРА-РК8, які були розраховані раніше [3, 4]. Пуск відбувається без навантаження, тому статичний момент M_c на вході АUP160S2 рівний 0. Сигнали на виході асинхронної машини після обробки виводяться на віртуальні осцилографи та в робочу область Matlab, що дає широкі можливості для подальшого аналізу.

Дослідження показали, що найбільш оптимальними параметрами ТПН, які слід рекомендувати експлуатаційному персоналу, є зміна кута управління α за експоненціальним законом (2), де $\alpha(0)=150^\circ$, $T_\alpha=0.5$. Реалізація системи плавного пуску відбувалась на базі ТПЗУ-1Б виробництва НПО "ЕТАЛ".

Для підтвердження результатів моделювання було проведено натурні дослідження з використанням системи плавного пуску для асинхронного електроприводу ріжучого інструмента поздовжньо-фрезерного верстата (рис. 2).

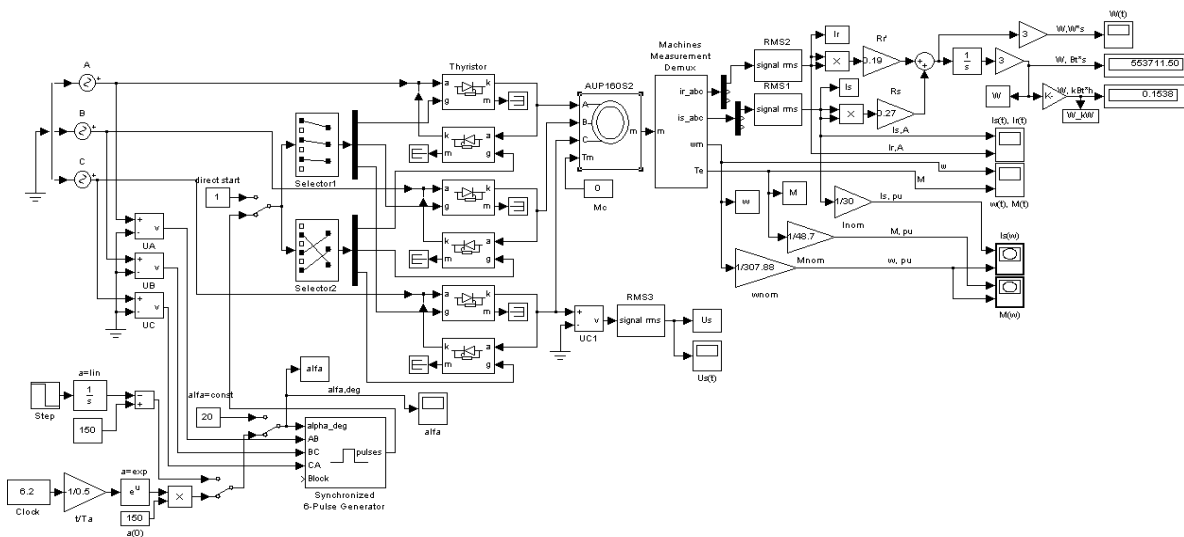


Рисунок 1 – Імітаційна модель системи ТПН-АД в середовищі Matlab-Simulink

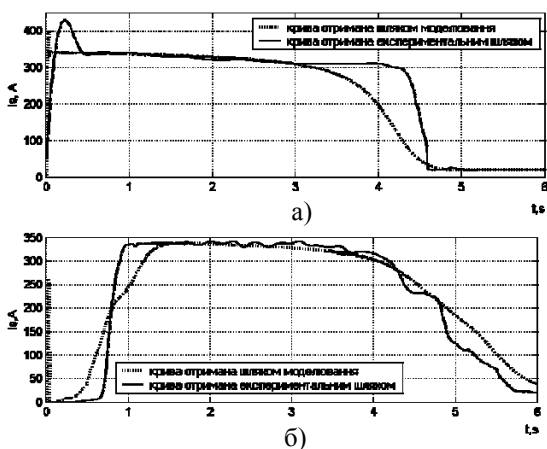


Рисунок 2 – Осцилограми прямого (а) та плавного (б) пусків асинхронних двигунів електропривода фрез

На рис. 2 наведені осцилограми струму статора при прямому та плавному пусках, отримані при моделюванні та експериментальним шляхом. Подібні результати отримані при дослідженні систем плавного пуску привода інструмента для інших груп фрезерних верстатів з потужністю двигунів 11 кВт.

Висновки.

1. Відхилення результатів моделювання та експерименту (рис. 2) склали 7 %, що не перевищує допустимої похибки 10 %.
2. Порівняння отриманих результатів підтверджує адекватність імітаційної моделі (рис. 1) та можливість її використання для побудови та дослідження системи управління електроприводами даного верстата.

Список використаних джерел

1. Тиристорные преобразователи напряжения для асинхронного электропривода / [Петров Л. П., Андрущенко О. А., Капинос В.И. и др.]. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 200 с.
2. Пусковые системы нерегулируемых электроприводов: Монография / [Черный А. П., Гладырь А. И., Осадчук Ю. Г. и др.]. – Кременчуг: ЧП Щербатых А.В., 2006. – 280 с.

3. Єрмолаєв Ю. О. Експериментальні дослідження електроприводів верстата СФ-АСТРА-РК8 / Ю. О. Єрмолаєв, Т. Г. Руденко // Техніка в сільськогосподарському машинобудуванні, галузеве машинобудування, автоматизація: зб. наук. праць Кіровоградського нац. техн. ун-ту. – Кіровоград: КНТУ, 2009. – Вип. 22. – С. 189–192.

4. Єрмолаєв Ю. О. Визначення параметрів асинхронних двигунів з побудовою статичних характеристик для приводів фрезерувального верстата СФ-АСТРА-РК8 / Ю. О. Єрмолаєв, Т. Г. Руденко // Техніка в сільськогосподарському машинобудуванні, галузеве машинобудування, автоматизація: зб. наук. праць Кіровоградського нац. техн. ун-ту. – Кіровоград: КНТУ, 2010. – Вип. 23. – С. 71–77.

Анотация

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПЛАВНОГО ПУСКА ГЛАВНОГО ПРИВОДА ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОДОЛЬНО-ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА

Єрмолаєв Ю. О., Руденко Т. Г.

Представлены результаты синтеза параметров системы плавного пуска привода фрез деревообрабатывающего продольно-фрезерного станка с разработкой имитационной модели; приведены экспериментальные кривые разгона.

Abstract

THE RESEARCH OF SOFT START SYSTEM FOR THE MAIN DRIVE OF THE WOODWORKING LONGITUDINALLY MILLING MACHINE

U. Ermolaev, T. Rudenko

The results of the synthesis parameters of soft start system woodworking longitudinally milling machine mills drive with development of simulation model are presented; the experimental starting curves are given.