

**ПЕРЕХІДНІ ПРОЦЕСИ В ЕЛЕКТРОПРИВОДІ ТРАНСПОРТЕРА
ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ
НАСІННЯ В МАГНІТНОМУ ПОЛІ**

Савченко В. В., Сиявський О. Ю., Шагай Р. Г.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Наведено результати досліджень перехідних процесів в електроприводі транспортера. Встановлено залежності швидкості та моменту двигуна від часу. Визначено відхилення кутової швидкості транспортера від оптимального значення при зміні навантаження.

Постановка проблеми. Передпосівна обробка насіння сільськогосподарських культур у магнітному полі дає можливість підвищити урожайність сільськогосподарських культур, зменшити захворюваність рослин, покращити якість сільськогосподарської продукції та збільшити термін її зберігання [1].

У результаті проведених досліджень встановлено, що оптимальними параметрами передпосівної обробки насіння в магнітному полі є магнітна індукція 0.065 Тл при чотирикратному перемагнічуванні та швидкості руху насіння 0,4 м/с [2].

Відхилення режимних параметрів обробки насіння в магнітному полі від оптимальних значень знижує її ефективність [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На кутову швидкість транспортера впливає його завантаження. [4].

У теорії електропривода розглядаються перехідні процеси, коли момент статичних робочої опорів машини незмінний або лінійно залежить від кутової швидкості при незмінному навантаженні.

У транспортера момент статичних опорів не залежить від кутової швидкості, але навантаження змінне. Для цього випадку відсутні аналітичні залежності, які описують перехідні процеси в електроприводі транспортера

Мета статті. Визначення зміни кутової швидкості транспортера електротехнологічного комплексу для передпосівної обробки насіння в магнітному полі при зміні завантаження.

Основні матеріали досліджень. Момент статичних опорів транспортера змінюється в середньому за 1 с від 0,93 до 1,15 Н·м. Реальну навантажувальну діаграму можна з достатньою точністю апроксимувати ломаною лінією, вважаючи, що на її окремих ділянках момент статичних опорів змінюється у часі за лінійним законом.

Оскільки електромеханічна стала часу в 10 разів перевищує електромагнітну, яка становить 0,0046 с, електромагнітними перехідними процесами в електроприводі транспортера можна знехтувати і розглядати лише електромеханічні перехідні процеси.

Проведені дослідження показали, що зведений момент інерції електропривода транспортера при зміні його завантаження змінюється не більше ніж на 2 %, тому його можна вважати незмінним.

При зміні навантаження за лінійним у часі законом асинхронний двигун працює на робочій ділянці механічної характеристики, яку можна вважати лінійною [5]:

$$M_{\delta} = \beta_{\delta}(\omega_0 - \omega), \quad (1)$$

де M_{δ} – момент двигуна; β_{δ} – жорсткість механічної характеристики електродвигуна на робочій ділянці механічної характеристики ω_0 – синхронна кутова швидкість; ω – задана кутова швидкість.

Звідси

$$\frac{d\omega}{dt} = -\frac{1}{\beta_{\delta}} \frac{dM_{\delta}}{dt}. \quad (2)$$

Електромеханічний перехідний процес описується рівнянням руху електропривода:

$$M_{\delta} - M_c = J \frac{d\omega}{dt}, \quad (3)$$

де M_c – момент статичних опорів робочої машини; J – зведений момент інерції електропривода.

Підставивши вираз (2) у рівняння руху електропривода (3), отримаємо:

$$M_{\delta} - M_c = -\frac{J}{\beta_{\delta}} \frac{dM_{\delta}}{dt}. \quad (4)$$

або

$$T_m \frac{dM_{\delta}}{dt} + M_{\delta} = M_c, \quad (5)$$

де T_m – електромеханічна стала часу.

Механічну характеристику транспортера в окремі проміжки часу можна представити у вигляді:

$$M_c = M_{cноч} + \gamma t, \quad (6)$$

де $M_{cноч}$ – момент статичних опорів робочої машини у початковий момент часу; γ – швидкість зміни моменту статичних опорів робочої машини у часі.

Тоді диференціальне рівняння, яке описує зміну моменту електродвигуна, прийме вигляд:

$$T_m \frac{dM_{\delta}}{dt} + M_{\delta} = M_{cноч} + \gamma t. \quad (7)$$

Відносно кутової швидкості диференціальне рівняння має вигляд:

$$T_m \frac{d\omega}{dt} + \omega = \omega_0 - M_c / \beta_\delta = \omega_0 - \frac{M_{споч} + \gamma t}{\beta_\delta}. \quad (8)$$

Якщо початковий режим роботи є усталеним при початкових умовах $t = 0$, $M_\delta = M_{поч}$ рівняння (7) має розв'язок:

$$M_\delta = M_{споч} + \gamma \left(t - T_m \left(1 - e^{-\frac{t}{T_m}} \right) \right). \quad (9)$$

Навантажувальна діаграма електродвигуна транспортера електротехнологічного комплексу для передпосівної обробки насіння в магнітному полі $M_\delta = f(t)$ показана на рис. 1.

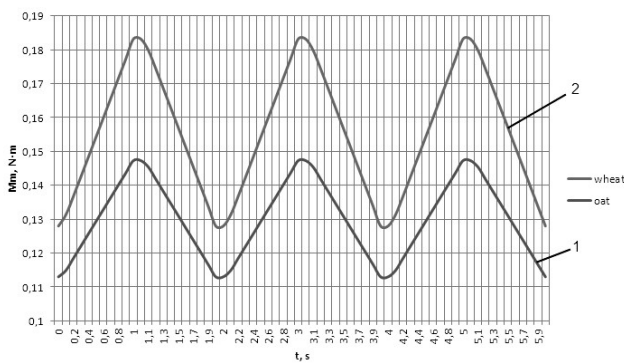


Рисунок 1 – Навантажувальна діаграма електродвигуна електротехнологічного комплексу для передпосівної обробки насіння:
1 – овес; 2 – пшениця

Крива перехідного процесу $\omega = f(t)$ показана на рис. 2.

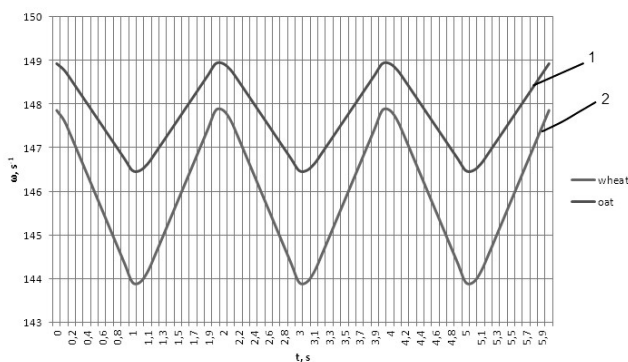


Рисунок 2 – Зміна кутової швидкості у часі електродвигуна транспортера електротехнологічного комплексу для передпосівної обробки насіння:
1 – овес; 2 - пшениця

Для кутової швидкості при усталеному початковому режимі роботи:

$$\omega = \omega_0 - \frac{M_{споч} + \gamma \left(t - T_m \left(1 - e^{-\frac{t}{T_m}} \right) \right)}{\beta_\delta}. \quad (10)$$

Перехідний процес в електроприводі транспортера триває близько 0,15 с.

Висновки. Отримані аналітичні вирази, які описують перехідні процеси в електроприводі робочої машини при змінному навантаженні, дають можливість аналітично визначити відхилення кутової швидкості та моменту електродвигуна без проведення експериментальних досліджень.

На основі проведених досліджень встановлено, що при зміні навантаження відхилення швидкості транспортера електротехнологічного комплексу для передпосівної обробки насіння в магнітному полі від оптимального значення не перевищує 3,3 %, що є допустимим при передпосівній обробці насіння.

Список використаних джерел

1. Григорьева О. Способы подготовки семян к посеву. *ЛесПром*, 2014. №6 (104). С.176-177.
2. Magnetic Treatment of Water Solutions and Seeds of Agricultural Crops. / Kozyrskiy V., Zablodskiy M., Savchenko V., Sinyavsky O., Yuldashev R., Kalenska S., Podlaski S. Z. *Advanced Agro-Engineering Technologies for Rural Business Development*. IGI Global, 2019. P. 256-292.
3. Kozyrskiy V., Savchenko V., Sinyavsky O. Presowing Processing of Seeds in Magnetic Field. *Handbook of Research on Renewable Energy and Electric Resources for Sustainable Rural Development*. IGI Global, 2018. P. 576- 620.
4. G. Lodewijks. Dynamics of belt systems. *Delphi: University of technology*, 2016. 256 p.
5. H. Lakhani, "Control of Electrical Drive. Part 2. Dynamics of Electrical Drive". Darshan, 2018. P. 1-12.

Аннотация

ПРЕДПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКА СЕМЯН ФАСОЛИ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Савченко В. В., Синявский А. Ю., Шагай Р. Г.

Приведены результаты исследований переходных процессов в электроприводе транспортера. Установлены зависимости скорости и момента двигателя от времени. Определены отклонения угловой скорости транспортера от оптимального значения при изменении нагрузки.

Abstract

PRESOWING TREATMENT OF BEAN SEEDS IN A MAGNETIC FIELD

V. Savchenko, A. Sinyavsky, R. Shagai

The results of studies of transients in the electric drive of the conveyor are presented. The velocity and torque dependence of the motor on time is established. The deviation of the angular velocity of the conveyor from the optimum value under load change is determined.