

ВПЛИВ ВІДХИЛЕННЯ НАПРУГИ НА ШВИДКІСТЬ ТРАНСПОРТЕРА ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ В МАГНІТНОМУ ПОЛІ

В. В. Савченко, кандидат технічних наук, доцент

О. Ю. Синявський, кандидат технічних наук, доцент

Д. О. Потороча, студент магістратури

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: vlt1986@ua.fm

Анотація. *Передпосівна обробка насіння в магнітному полі дає можливість підвищити врожайність сільськогосподарських культур, зменшити їх захворюваність та покращити якість сільськогосподарської продукції.*

Передпосівну обробку насіння необхідно здійснювати в періодичному магнітному полі з магнітною індукцією в центрі повітряного зазору 0,065 Тл при чотирикратному перемагнічуванні, полюсний поділ 0,23 м і швидкості руху насіння 0,4 м/с.

Електропривод транспортера повинен забезпечити оптимальне значення швидкості руху транспортерної стрічки, оскільки вона впливає на час обробки насіння в магнітному полі. Відхилення напруги поряд із завантаженням транспортера впливають на зміну кутової швидкості електродвигуна транспортера.

Метою дослідження було встановлення впливу відхилення напруги на зміну швидкості руху транспортерної стрічки.

При відхиленні напруги момент асинхронного двигуна змінюється пропорційно квадрату напруги. Момент статичних опорів транспортера не залежить від кутової швидкості, але прямо пропорційно залежить від густини транспортованого матеріалу.

На основі проведених теоретичних досліджень отримано аналітичний вираз, який пов'язує швидкість транспортерної стрічки з відхиленням напруги на статорі двигуна і густиною транспортованого матеріалу. Встановлено, що в транспортера електротехнологічного комплексу для передпосівної обробки насіння в магнітному полі зміна швидкості руху транспортерної стрічки обернено пропорційно квадрату відхилення напруги і прямо пропорційна густині транспортованого матеріалу. При зниженні напруги на 5 % і номінальному завантаженні двигуна кутова швидкість двигуна зменшується на 1,8 %, мінімальному завантаженні – 2,8 %, максимальному завантаженні – 1 %.

Ключові слова: *магнітна обробка, насіння, транспортер, електропривод, відхилення напруги, швидкість транспортерної стрічки*

Актуальність. Передпосівна обробка насіння в магнітному полі – ефективний метод, який дає можливість підвищити врожайність сільськогосподарських культур, зменшити їх захворюваність та покращити якість сільськогосподарської продукції [1].

Установки для магнітної обробки насіння мають високу продуктивність, є безпечними для обслуговуючого персоналу та навколишнього середовища.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проведені дослідження з впливу магнітного поля на насіння сільськогосподарських культур показали, що передпосівну обробку насіння необхідно здійснювати в періодичному магнітному полі з магнітною індукцією в центрі повітряного зазору 0,065 Тл при чотирикратному перемагнічуванні і швидкості руху насіння 0,4 м/с [2]. Виходячи із забезпечення оптимальної енергетичної дози обробки насіння в магнітному полі, полюсна поділлка повинна становити 0,23 м.

Нині встановлено, що найдоцільніше передпосівну обробку насіння в магнітному полі здійснювати на установках транспортерного типу з використанням постійних магнітів, які забезпечують найменші експлуатаційні витрати і мають меншу вартість порівняно з установками з електромагнітами.

До електропривода транспортера ставиться вимога забезпечити оптимальне значення швидкості руху транспортерної стрічки, оскільки вона впливає на час обробки насіння в магнітному полі.

Насіння сільськогосподарських культур має різну густину, що обумовлює зміну навантаження транспортера при магнітній обробці. Навантажувальна характеристика транспортера має змінний характер [6, 7]. Крім того, на зміну кутової швидкості двигуна також впливає відхилення напруги живлення.

Допустиме відхилення напруги в Україні становить $\pm 5 \%$, а гранично допустиме відхилення $\pm 10 \%$. Однак фактичне відхилення напруги в електромережах значно перевищує допустиме значення. Математичне очікування відхилення напруги знаходиться в межах 16 %, а діапазон зміни напруги становить 15-28 % від номінального значення [3].

В електроприводі транспортера електротехнологічного комплексу передпосівної обробки насіння в магнітному полі застосовуються електродвигуни малої потужності, які мають м'яку механічну характеристику, тому зміна навантаження та відхилення напруги можуть призводити до суттєвої зміни швидкості транспортерної стрічки.

Мета дослідження - встановлення впливу відхилення напруги на зміну швидкості руху транспортерної стрічки.

Матеріали та методи дослідження. При відхиленні напруги змінюється кутова швидкість двигуна, яка, в свою чергу, обумовлює зміну технологічних характеристик робочих машин [4].

Аналіз зміни кутової швидкості електропривода при відхиленні напруги проведений з використанням положень теорії електропривода, які стосуються електромеханічних властивостей асинхронних електродвигунів, приводних характеристик робочих машин і механізмів, та застосуванням математичного моделювання.

При експериментальних дослідженнях впливу відхилення напруги на зміну кутової швидкості транспортерної стрічки напругу на двигуні змінювали за допомогою автотрансформатора, вимірюючи при цьому частоту обертання вала тахогенератором.

Результати досліджень та їх обговорення. При відхиленні напруги двигун працює на робочій ділянці механічної характеристики. При цьому можна вважати, що механічна характеристика двигуна на цій ділянці лінійна [4], тобто

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

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

У транспортера момент статичних опорів не залежить від кутової швидкості. Для його визначення необхідно знати тягове зусилля на приводному барабані.

Конструкція розробленого пристрою для магнітної обробки насіння передбачає установку 4 пар магнітів на основі NdFeB паралельно над і під стрічкою

транспортера зі змінною полярністю (рис. 1). Магніти приклеєні до плити, виконаної зі сталі Ст2211. Проміжки між магнітами заповнені текстолітом. З лицевих сторін плити обшиті нержавіючою сталлю [5].

Конструкція транспортера передбачає застосування 4 барабанів для забезпечення можливості монтажу магнітної плити під стрічкою транспортера. Рама транспортера в зоні розміщення плит виконана з нержавіючої сталі.

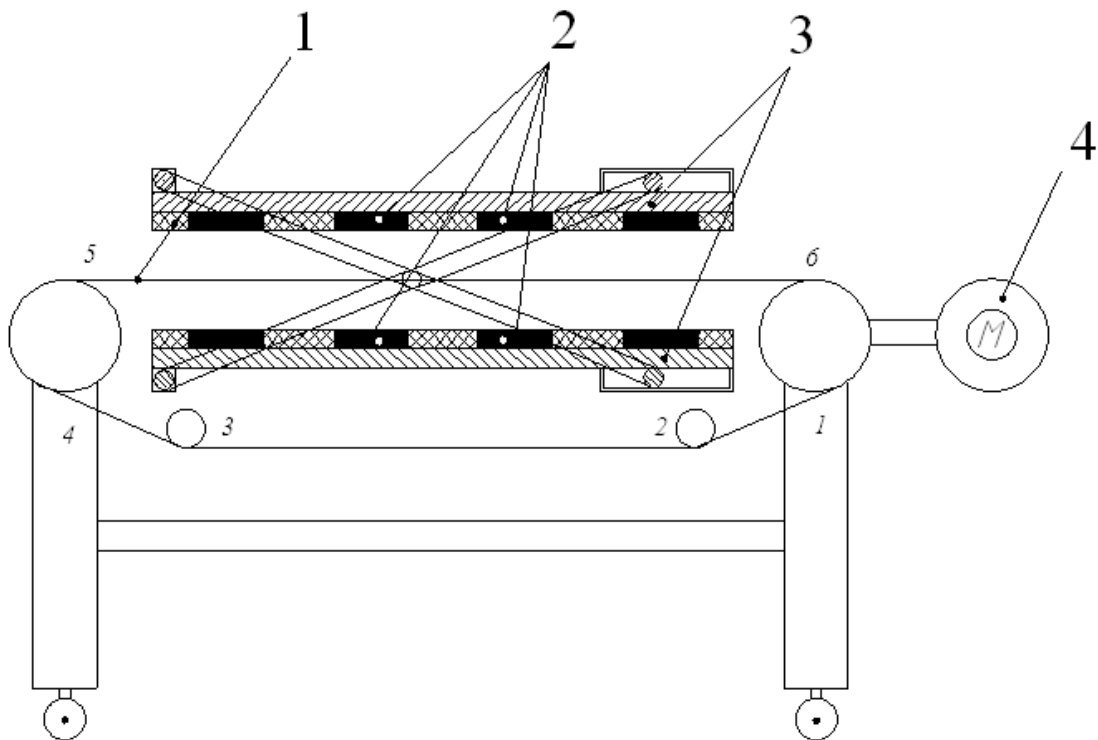


Рис. 1. Електротехнологічний комплекс для магнітної обробки сільськогосподарської продукції:

1 – транспортер; 2 – постійні магніти; 3 – сталева плита; 4 - електродвигун

Для такої конструкції тягове зусилля на приводному барабані, кг, визначається за формулою [6]:

$$F_c = \frac{e^{\mu_a} - 1}{e^{\mu_a} - k_1 \varepsilon^2} (lk_n k_1 \varepsilon (q_c + q_{nn}) + lk_{жс} (q_c + q_{n.жс}) + \rho (Bh lk_{жс} + Bh \left(\frac{l_g}{B_g} h'_3 + 0,1v \sqrt{h_1 k_{жс}} \right) + fh^2 n_\sigma l) , \quad (2)$$

де ε – коефіцієнт опору на відхиляючому барабані, $\varepsilon=1,02$; q_c – навантаження, яке створює 1 погонний метр транспортерної стрічки, кг/м; q_{nn} – погонне навантаження від обертових частин роликів опор, кг/м; l – довжина холостої вітки, м; k_n – коефіцієнт опору роликів опор, $k_n=0,022$; k_l – коефіцієнт збільшення натягування стрічки при огинанні барабану, $k_l=1,05$; $k_{жс}$ – коефіцієнт опору роликів опор, $k_{жс}=0,025$; q_{ε} – навантаження від транспортованого вантажа, кг/м; $q_{nжс}$ – погонне навантаження від жолобчатих роликів опор, м; ρ – питома густина транспортованого матеріалу, кг/м³; B – ширина стрічки, м; h – висота транспортованого матеріалу; l_{ε} – довжина завантажувальної воронки, м; B_{ε} – ширина воронки, м; h'_3 – коефіцієнт, $h'_3=0,5$; Q – продуктивність транспортера, кг/с, h_1 – висота падіння вантажу, м, $h_1=0,1$ м; f – коефіцієнт тертя об стінки лотка, $f=0,8$; n_{δ} – коефіцієнт бокового тиску; $n_{\delta}=0,81$; $e^{\mu a}$ – тяговий фактор, $e^{\mu a}=2,56$.

Найбільшу густину має насіння пшениці $\rho=770$ кг/м³, для якого $F_c=5,07$ кг.

Використовуючи рівняння (2), можна визначити зведений момент статичних опорів транспортера:

$$M_c = \frac{gv(e^{\mu a} - 1)}{\eta_n \omega_{\delta} (e^{\mu a} - k_1 \varepsilon^2)} (lk_n k_1 \varepsilon (q_c + q_{nn}) + lk_{жс} (q_c + q_{nжс}) + \rho (Bh l k_{жс} + Bh \left(\frac{l_{\varepsilon}}{B_{\varepsilon}} h'_3 + 0,1 v \sqrt{h_1 k_{жс}} \right) + f h^2 n_{\delta} l) \quad (3)$$

де η_n – ККД передачі; ω_{δ} – кутова швидкість барабана, с⁻¹.

При відхиленні напруги механічна характеристика електродвигуна на робочій ділянці опишеться рівнянням:

$$M_{\delta} = \beta_{\delta} U_*^2 (\omega_0 - \omega), \quad (4)$$

де $U_* = U/U_n$ – напруга у відносних одиницях.

В усталеному режимі роботи

$$\beta_{\delta} U_*^2 (\omega_0 - \omega) = M_c, \quad (5)$$

звідки

$$\omega = \omega_0 - \frac{M_c}{\beta_{\delta} U_*^2}. \quad (6)$$

З урахуванням (3) отримаємо:

$$\omega = \omega_0 - \frac{gv(e^{\mu a} - 1)}{\beta_0 U_*^2 \eta_n \omega_0 (e^{\mu a} - k_1 \varepsilon^2)} (lk_n k_1 \varepsilon (q_c + q_{nn}) + lk_{жс} (q_c + q_{nжс}) + \rho(Bh lk_{жс} + Bh \left(\frac{l_6}{B_6} h'_3 + 0,1v\sqrt{h_1} k_{жс} \right) + fh^2 n_0 l) \quad (7)$$

або для швидкості руху насіння в магнітному полі

$$v = \frac{\omega_0 R_6}{i} - \frac{R_6^2 g(e^{\mu a} - 1)}{\beta_0 U_*^2 (e^{\mu a} - k_1 \varepsilon^2)} (lk_n k_1 \varepsilon (q_c + q_{nn}) + lk_{жс} (q_c + q_{nжс}) + \rho(Bh lk_{жс} + Bh \left(\frac{l_6}{B_6} h'_3 + 0,1v\sqrt{h_1} k_{жс} \right) + fh^2 n_0 l) \quad (8)$$

де R_6 – діаметр барабана, м.

Таким чином, у транспортерів зміна кутової швидкості обернено пропорційна квадрату відхилення напруги і прямо пропорційна густині транспортованого матеріалу.

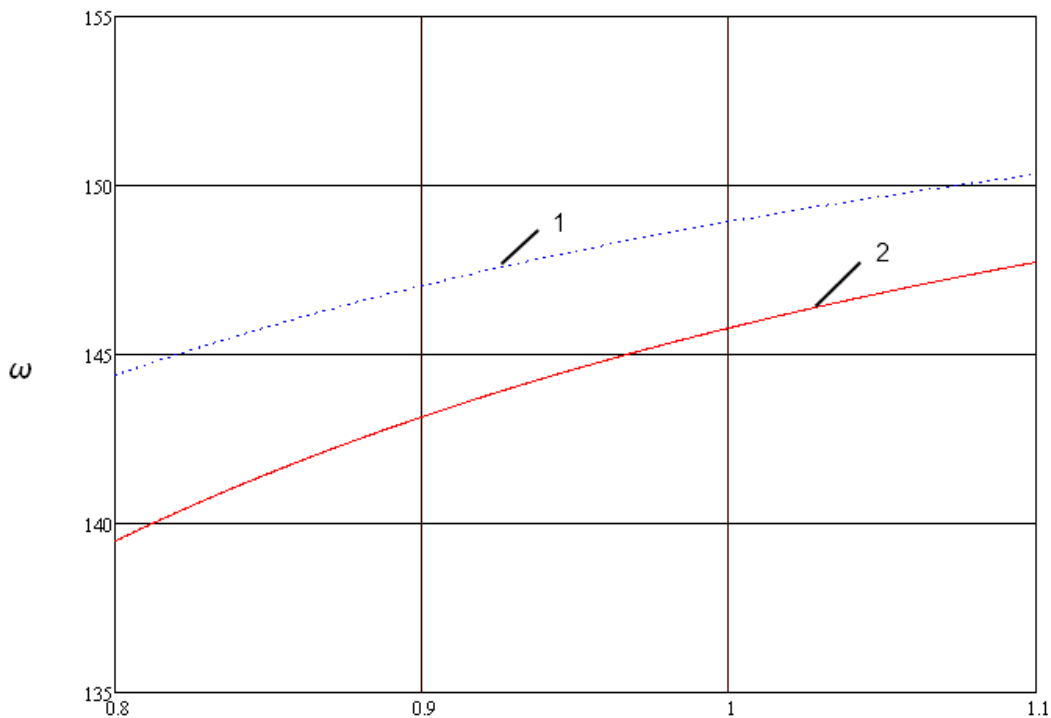


Рис. 2. Залежність усталеної швидкості руху транспортера електротехнологічного комплексу для передпосівної обробки насіння в магнітному полі від напруги:

1 – овес; 2 - пшениця

Транспортований матеріал створює різний момент статичних опорів, тому матеріал, який має більшу густину, викликає більшу зміну кутової швидкості.

При зниженні напруги швидкість руху транспортерної стрічки зменшується, а при підвищенні напруги – зростає.

Проте відхилення напруги несуттєво впливає на зміну швидкості руху насіння в магнітному полі (рис. 2), яка не перевищує при допустимому відхиленні напруги 5 % і номінальному завантаженні двигуна 1,8 %, мінімальному завантаженні – 2,8 %, максимальному завантаженні - 1 %.

Висновки і перспективи. При відхиленні напруги змінюється швидкість руху транспортера електротехнологічного комплексу для передпосівної обробки насіння в магнітному полі обернено пропорційно квадрату напруги.

У результаті проведених досліджень встановлено, що при зниженні напруги на 5 % і номінальному завантаженні двигуна кутова швидкість двигуна зменшується на 1,8 %, мінімальному завантаженні – 2,8 %, максимальному завантаженні – 1 %.

Список літератури

1. Zepeda-Bautista R., Hernández-Aguilar C., Suazo-López F., Domínguez-Pacheco A. F., Virgen-Vargas J., Pérez-Reyes C., Peón I. Escalante Electromagnetic field in corn grain production and health. *Academic Journals*, 2014 (13(1), pp. 76-83.
2. Kozyrskyi 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, USA, 2018, pp. 576 – 620.
3. Перова М.Б. Качество сельского электроснабжения: комплексный подход. Вологда: Вологодский государственный технический университет, 1999. 72 с.
4. Гладкий А.М., Синявський О. Ю. Вплив відхилення напруги і частоти струму на технологічні характеристики гноєприбиральних транспортерів. *Науковий вісник НУБіП України*. 2011. Вип. 166, ч.4. С. 26 – 31.
5. Zablodskiy M., Savchenko V., Sinyavsky O., Pliuhin V. Interactions between Magnetic Field and Biological Objects of Plant Origin. *Proceedings of the IEEE 38th International Conference on Electronics and Nanotechnology, ELNANO, Kyiv, 2018*, pp. 261-266.

References

1. Zepeda-Bautista, R., Hernández-Aguilar, C., Suazo-López, F., Domínguez-Pacheco, A. F., Virgen-Vargas, J., Pérez-Reyes, C., Peón, I. (2014). Escalante Electromagnetic field in corn grain production and health. *Academic Journals*, 13(1), 76-83.

2. Kozyrskiy, V., Savchenko, V., Sinyavsky, O. (2018). Presowing Processing of Seeds in Magnetic Field. Handbook of Research on Renewable Energy and Electric Resources for Sustainable Rural Development. IGI Global, USA, 576 – 620.

3. Perova, M. B. (1999). Kachestvo sel'skogo elektrosnabzheniya: kompleksnyy podkhod [Quality of rural electricity supply: an integrated approach]. Vologda: Vologodskiy gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet, 72.

4. Hladkyi, A. M., Synyavsky, A.Y. (2011). Vplyv vidkhylenia napruhy i chastoty strumu na tekhnologichni kharakterystyky hnoieprybyralnykh transporteriv [Effect of voltage deviation and frequency of current on the technological characteristics of the pusupecal conveyors]. Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy, 166 (4), 26 – 31.

5. Zablodskiy, M., Savchenko, V., Sinyavsky, O., Pliuhin V. (2018). Interactions between Magnetic Field and Biological Objects of Plant Origin. Proceedings of the IEEE 38th International Conference on Electronics and Nanotechnology, ELNANO, Kyiv, 261-266.

ВЛИЯНИЕ ОТКЛОНЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ НА СКОРОСТЬ ТРАНСПОРТЕРА ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

А. Ю. Синявский, В. В. Савченко, Д. О. Потороча

Аннотация. *Предпосевная обработка семян в магнитном поле дает возможность повысить урожайность сельскохозяйственных культур, уменьшить их заболеваемость и улучшить качество сельскохозяйственной продукции.*

Предпосевную обработку семян необходимо осуществлять в периодическом магнитном поле с магнитной индукцией в центре воздушного зазора 0,065 Тл при четырехкратном перемативании, полюсном делении 0,23 м и скорости движения семян 0,4 м/с.

Электропривод транспортера должен обеспечить оптимальное значение скорости движения транспортной ленты, поскольку она влияет на время обработки семян в магнитном поле.

Отклонение напряжения наряду с загрузкой транспортера влияют на изменение угловой скорости электродвигателя транспортера.

Целью исследования было установление влияния отклонения напряжения на изменение скорости движения транспортной ленты.

При отклонении напряжения момент асинхронного двигателя изменяется пропорционально квадрату напряжения.

Момент статических сопротивлений транспортера не зависит от угловой скорости, но прямо пропорционально зависит от плотности транспортируемого материала.

На основе проведенных теоретических исследований получено аналитическое выражение, связывающее скорость транспортной ленты с отклонением напряжения на статоре двигателя и плотностью транспортируемого материала.

Установлено, что в транспортере электротехнологического комплекса для предпосевной обработки семян в магнитном поле изменение скорости движения

транспортерной ленты обратно пропорционально квадрату отклонения напряжения и прямо пропорционально плотности транспортируемого материала.

При снижении напряжения на 5% и номинальной загрузке двигателя угловая скорость двигателя уменьшается на 1,8%, минимальной загрузке - 2,8%, максимальной загрузке - 1%.

Ключевые слова: *магнитная обработка, семена, транспортер, электропривод, отклонение напряжения, скорость транспортёрной ленты*

THE INFLUENCE OF VOLTAGE DIFFERENCE ON AN SPEED OF THE ELECTRICAL TECHNOLOGICAL COMPLEX FOR PRE-SOWING TREATMENT OF SEEDS IN MAGNETIC FIELD

O. Sinyavsky, V. Savchenko, D. Potorocha

Abstract. *The pre-sowing treatment of seeds in a magnetic field makes it possible to increase the yield of crops, reduce their incidence and improve the quality of agricultural products.*

Pre-sowing treatment of seeds should be carried out in a periodic magnetic field with a magnetic induction in the center of the air gap of 0.065 T with a fourfold re-magnetization, pole division of 0.23 m and a seed velocity of 0.4 m/s.

The conveyor drive must ensure the optimum value of the conveyor belt speed as it affects the time of the seed treatment in the magnetic field.

Voltage deviations along with the loading of the conveyor affect the change in the angular velocity of the conveyor motor.

The purpose of the study was to determine the effect of voltage deviation on the change in speed of conveyor belt.

When the voltage is deviated, the torque of the asynchronous motor changes in proportion to the square of the voltage.

The moment of static resistance of the conveyor does not depend on the angular speed, but is directly proportional to the density of the material being transported.

Based on theoretical studies, we have obtained an analytical expression that relates the speed of the conveyor belt to the deviation of the voltage at the motor stator and the density of the transported material.

It is established that the conveyor of the electrotechnological complex for pre-sowing seed treatment in a magnetic field changes the speed of movement of the conveyor belt inversely proportional to the square of the voltage deviation and directly proportional to the density of the transported material.

By reducing the voltage by 5% and rated engine load, the angular motor speed decreases by 1.8%, the minimum load - 2.8%, the maximum load - 1%.

Key words: *magnetic treatment, seeds, conveyor, electric drive, voltage deviation, conveyor belt speed*