



УДК 62-83:[631.362.3:633.1]

DOI: 10.31388/2220-8674-2019-1-32

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ СКРЕБКОВОГО ТРАНСПОРТЕРА ЗЕРНООЧИСНОГО АГРЕГАТУ

Постнікова М. В., к. т. н. <http://orcid.org/0000-0002-2025-6199>
Таврійський державний агротехнологічний університет
e-mail: marina.postnikova@tsatu.edu.ua

Анотація – метою дослідження є комплексний аналіз втрат активної потужності в системі «електродвигун – робоча машина». Сумісний розгляд характеристик електродвигуна і робочої машини допомагає вирішити такі важливі для вибору привода питання як достатня потужність двигуна, можливість зрушення з місця, розгін до номінальної швидкості за заданий період часу. Запропонована диференційована система оцінки втрат активної потужності в системі «електродвигун – робоча машина», яка дозволяє вибирати інтервали завантаження потокових ліній очищення зерна з мінімумом втрат активної енергії.

Ключові слова: енергозбереження, електропривод, економія електроенергії, корисна потужність, втрати потужності.

Постановка проблеми. В зерноочисних агрегатах ЗАВ-20, які встановлюються на зерноочисних пунктах, для транспортування зерна від повітряно-решітних машин до трієрних блоків або в бункера чистого зерна застосовуються скребкові транспортери ЗАВ-10.50000. Дослідження економічності роботи електроприводу транспортерів є актуальним завданням.

Аналіз останніх досліджень. Електропривод скребкових транспортерів повинен забезпечувати стабільність швидкості обертання приводного вала навіть при значних коливаннях навантаження. Таку вимогу повністю забезпечують асинхронні електродвигуни з нормальною механічною характеристикою. Електропривод є основною базою збереження електроенергії [1-3].

Сучасні вимоги до електроприводу – електродвигун з транспортувальним механізмом сипких матеріалів, полягають в інтенсивному підвищенні динамічних характеристик, забезпеченні мінімізації втрат як в електродвигуні (втрати в обмотках та магнітопроводі), так і в транспортувальному механізмі (втрати через тертя в кінематичних парах) і на цій основі підвищення довговічності та надійності системи в цілому.

Однак, дослідження електроприводу скребкового транспортера в сучасних дослідженнях не проводилось [4].



Формулювання цілей статті. В роботі поставлена задача дослідити електропривод скребкового транспортера зерноочисного агрегату ЗАВ-20.

Основні матеріали дослідження. Скребкові транспортери використовують для переміщення зерна в потоковій лінії очищення зерна. Зерно по жолобу переміщують скребки, які закріплені на кільцевих ланцюгах, які рухаються зі швидкістю 1-2,2 м/с. Привід транспортера має електродвигун, шків на валу електродвигуна, клиновий пас, шків та зірку на ведучому валу.

Існують різні підходи, завдяки яким можна досягти підвищення енергоефективності електричного приводу в АПК. Для цього необхідно розділити енергетичні втрати при роботі на електричні, магнітні, механічні і на кожному етапі намагатись їх зменшувати. Тобто, економію електроенергії можна одержати за рахунок зниження втрат енергії.

Продуктивність скребкового транспортера Q , кг/с, становить [5, 6]

$$Q = K_{\alpha} \cdot \psi \cdot \gamma \cdot B \cdot H \cdot v, \quad (1)$$

де K_{α} – коефіцієнт, що враховує заповнення скребків залежно від кута нахилу транспортера α , град., до горизонту: для легкосипких вантажів $K_{\alpha} = 1 - 0,0175 \cdot \alpha$;

ψ – коефіцієнт заповнення, $\psi = 0,6 - 0,8$;

γ – об'ємна маса матеріалу, що транспортується, кг/м³, для зерна $\gamma = 450 - 750$ кг/м³;

B – ширина скребків, м;

H – висота скребків, м;

v – швидкість руху скребків, м/с, для зерна $v = 1 - 2,2$ м/с.

Активна потужність, що споживається скребковим транспортером визначається за формулою [6]

$$P_c = \frac{g \cdot k_z \cdot Q_n \cdot (H + f_c \cdot L \cdot \cos \alpha)}{\eta_{тр}}, \quad (2)$$

де g – прискорення вільного падіння, м/с²;

k_z – коефіцієнт завантаження транспортера;

Q_n – номінальна продуктивність транспортера, кг/с;

H – висота підйому продукту, м;

f_c – коефіцієнт опору руху;

L – довжина транспортера, м;

α – кут нахилу транспортера до обрїю, град.;



$\eta_{тр.}$ – коефіцієнт корисної дії транспортера.

Корисна активна потужність, що споживається транспортером [7]

$$P = g \cdot \kappa_3 \cdot Q_H \cdot (H + f \cdot L \cdot \cos\alpha) . \tag{3}$$

Втрати активної потужності в скребковому транспортері [7]

$$P_o = \frac{g \cdot \kappa_3 \cdot Q_H \cdot (H + f_c \cdot L \cdot \cos\alpha)}{\eta_{тр.}} - g \cdot \kappa_3 \cdot Q_H \cdot (H + f_c \cdot L \cdot \cos\alpha) . \tag{4}$$

Таким чином, отримана залежність втрат активної потужності в скребковому транспортері в функції продуктивності скребкового транспортера при заданих значеннях висоти підйому продукту, довжини транспортера, кута нахилу транспортера до обрїю і номінального коефіцієнта корисної дії транспортера.

Досліджуємо втрати активної потужності в скребковому транспортері типу ЗАВ-10.50000 з приводним електродвигуном типорозміру 4А80В4УПУЗ з номінальною потужністю 1,5 кВт [5].

Розрахункові дані заносимо в таблицю 1 [7].

Таблиця 1

Розрахункові дані втрат активної потужності

κ_3	0,1	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,25
$P_c, Вт$	132	179	203	227	274	322	370	417	465	512	560	679
$P, Вт$	48	95	119	143	190	238	286	333	381	428	476	595
$P_o, Вт$	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84
$\kappa_{зед}$	0,09	0,12	0,14	0,15	0,18	0,21	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37	0,45
$\Delta P_{ед}, Вт$	39	54	61	68	82	96	110	125	139	153	167	203
$\Delta P, Вт$	123	138	145	152	166	180	194	209	223	237	251	287
$\kappa_{втрат}$	0,94	0,77	0,71	0,66	0,6	0,56	0,53	0,5	0,48	0,46	0,44	0,42
$Q, кг/с$	0,28	0,56	0,69	0,83	1,11	1,39	1,67	1,94	2,22	2,50	2,78	3,47
$W_{пит.}, Дж/кг$	444	248	208	182	149	130	117	107	100	95	90	83

На рис. 1 і 2 приведені залежності коефіцієнта втрат активної потужності в системі “електродвигун - робоча машина” в функції активної потужності, що споживається скребковим транспортером і пито-

мих втрат енергії в системі в функції продуктивності скребкового транспортера.

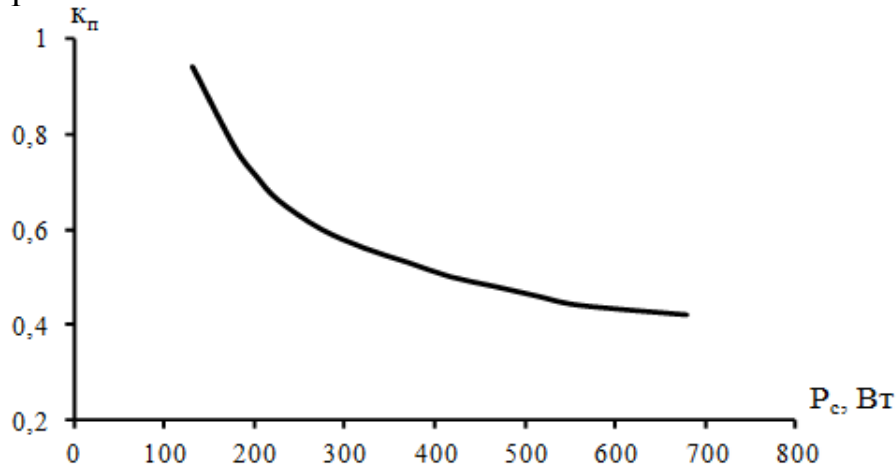


Рис. 1. Залежність коефіцієнта втрат активної потужності в системі “електродвигун - робоча машина” в функції активної потужності, спожитої скребковим транспортером

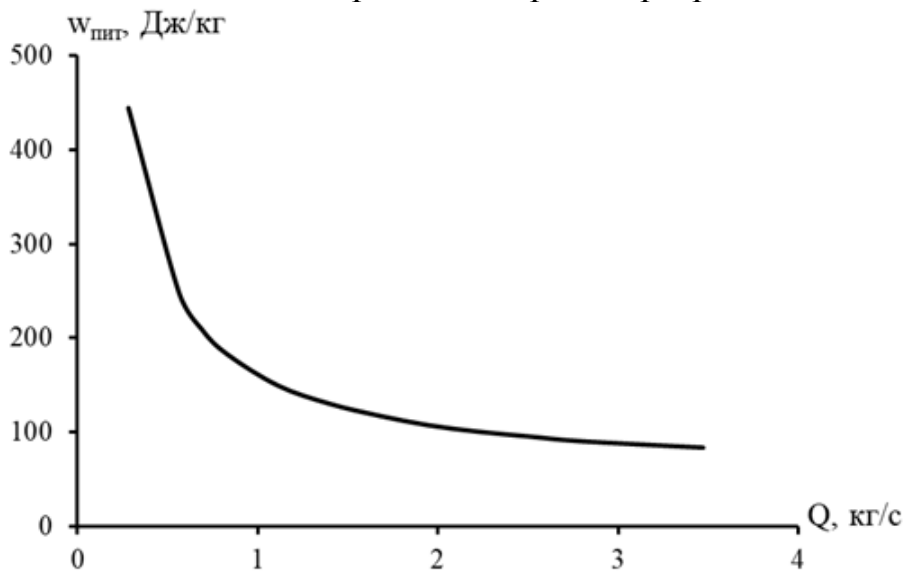


Рис. 2. Залежність питомих втрат енергії в системі “електродвигун - робоча машина” в функції продуктивності скребкового транспортера

Висновки.

1. Запропонована диференційована система оцінки споживання активної енергії в системі “електродвигун - робоча машина”, яка дозволяє визначити як втрати активної енергії, так і її корисне значення.

2. Вперше в якості критерію оцінки енергозберігаючих режимів роботи електромеханічних систем при обробці зерна запропоновані питомі втрати активної енергії на одиницю продукції з урахуванням фактичного завантаження обладнання, які забезпечують оптимізацію продуктивності робочих машин за мінімумом питомих втрат.



3. Як показують результати дослідження залежності питомих втрат енергії в системі «електродвигун - робоча машина» в функції продуктивності скребкового транспортера мінімум питомих втрат активної енергії $W_{\text{пит. мін}} = 83$ Дж/кг досягається при $Q = 3,47$ кг/с. Це дозволяє створити оптимізаційні системи завантаження скребкового транспортера.

Список використаних джерел

1. Корчемний М., Федорейко В., Щербань В. Энергозбереження в агропромисловому комплексі. Тернопіль : Підручники і посібники, 2001. 984 с.

2. Клепиков В. Б., Розов В. Ю. О роли электропривода в решении проблемы энергоресурсосбережения в Украине. *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»*. Сер. Електротехніка, електроніка і електропривод. Харків, 2008. Вып. 30: Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика. С. 18-21.

3. Кириленко А. В., Волков И. В. Энергосберегающий асинхронный электропривод. *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»*. Харків, 2008. Вып. 30: Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика. С. 22-26.

4. Постникова М. В., Телюта Р. В. Исследование потерь активной мощности в системе «электродвигатель - рабочая машина». *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь, 2011. Вып. 11, т. 4. С. 130-134.

5. Асинхронные двигатели серии 4А: справочник / А. Э. Кравчик, М. М. Шлаф, В. И. Афонин, Е. А. Соболевская; под. ред. А. Э. Кравчик. Москва: Энергоиздат, 1982. 504 с.

6. Электропривод сільськогосподарських машин, агрегатів та поточкових ліній : підручник / Є. Л. Жулай та ін. ; за ред. Є. Л. Жулая. Київ: Вища освіта, 2001. 288 с.

7. Постникова М. В. Энергозберігаючі режими роботи електромеханічних систем обробки зерна на зернопунктах : автореф. дис... канд. техн. наук. Мелітополь, 2011. 22 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА СКРЕБКОВОГО ТРАНСПОРТЕРА ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА

Постникова М. В.

Аннотація - вопросам потерь активной мощности в современных исследованиях уделяется большое внимание. Однако, отдельно рассматриваются как электродвигатели, так и рабочие машины.



Целью исследований является комплексный анализ потерь активной мощности в системе “электродвигатель - рабочая машина”.

Совместное рассмотрение характеристик электродвигателя и машины помогает решить такие важные для выбора привода вопросы как достаточная мощность двигателя, возможность трогания с места, разгон до номинальной скорости в заданное время и так далее.

Предложена дифференцированная система оценки потерь активной мощности в системе “электродвигатель – рабочая машина”, позволяющая выбирать интервалы загрузки поточных линий очистки зерна с минимумом потерь активной энергии.

Ключевые слова: энергосбережение, электропривод, экономия электроэнергии, полезная мощность, потери мощности.

THE SCRAPER CONVEYOR'S ELECTRIC DRIVE OF GRAIN CLEANING UNIT RESEARCH

M. Postnikova

Summary

There are significant losses of active power in induction motors and working machines of production lines of the agro-industrial complex today.

A lot of attention is paid to researches of active power losses. However, induction motors and working machines are considered separately.

The purpose of the research is a comprehensive analysis of active power losses in the system “induction motor - working machine”.

Joint consideration of the induction motors' and the machines' characteristics helps to solve such important issues for choosing a drive as sufficient engine power, the possibility of starting, acceleration to the nominal speed at a specified time and so on.

As known, the system “induction motor - working machine” additional to useful active power consumed to perform the required work on the processing of products, there are losses of active power in the driving motor and the working machine.

A differentiated estimating for active power losses in the “induction motor - work machine” system is proposed. It allows to select the grain cleaning production lines loading intervals with active energy losses minimum.

The main power losses in the driven electrical equipment are due to the technological machines' working processes. Being analyzed, one can get the information about the efficiency of electric energy usage in a particular technological unit and determine the general methods of energy saving in the grain processing. Therefore, to synthesize an electrical energy specific cost mathematical model of the grain processing, it is necessary to analyze the processes of electrical energy conversion in the driven electrical equipment of grain cleaning production lines, as well as more detailed analysis of energy usage when performing technological operations of grain cleaning.

Keywords: energy saving, electric, energy saving, useful power, losses power.