

ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ І РЕЖИМНИХ ЧИННИКІВ НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНУ РОБОТУ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ В АПК

Суковіцина І.М., асистентка

Миколаївський національний аграрний університет

<https://orcid.org/0000-0001-5201-7830>

Анотація: У тезах розглянуто конструктивні та експлуатаційні чинники, що визначають енергоефективність і надійність асинхронних електродвигунів, які використовуються в агропромисловому виробництві. Актуальність теми зумовлена потребою підвищення стійкості технологічних процесів, скорочення енергетичних витрат і забезпечення безперервної роботи обладнання в умовах післявоєнного відновлення України. Особливу увагу приділено роботі електродвигунів у процесах переробки олійної сировини, де обладнання функціонує за підвищеної вологості, запиленості та змінних навантажень. Узагальнення результатів дослідження показало, що ефективність асинхронних електродвигунів істотно залежить від геометрії ротора, класу ізоляції обмоток, типу корпусу, організації охолодження та рівня технічного обслуговування. Встановлено, що оптимальний режим роботи досягається за навантаження 70–80% від номінального, за якого забезпечується сприятливе співвідношення між тепловим станом і коефіцієнтом корисної дії. Обґрунтовано, що вдосконалення конструкції електродвигунів та дотримання раціональних режимів їх експлуатації сприяють зменшенню втрат енергії, підвищенню надійності обладнання та зміцненню технологічної стійкості агропромислових підприємств.

Ключові слова: асинхронний електродвигун, агропромислове виробництво, енергоефективність, тепловий режим, навантаження, надійність.

Постановка проблеми. Сучасне агропромислове виробництво потребує надійних і енергоефективних електромеханічних систем, здатних стабільно працювати в умовах високої вологості, запиленості, змінних навантажень і тривалих робочих циклів. Особливо це стосується технологічних процесів переробки олійної сировини, де електродвигуни працюють інтенсивно й часто в безперервному режимі. За таких умов навіть незначні конструктивні недоліки або порушення режиму експлуатації призводять до перегрівання, прискореного зношування вузлів, зниження коефіцієнта корисної дії та підвищення ризику аварійних зупинок. У контексті післявоєнного відновлення України питання раціонального використання електроенергії та підвищення ресурсу обладнання набуває не лише технічного, а й стратегічного значення для продовольчої безпеки держави.

Виклад основного матеріалу дослідження. Аналіз конструктивних параметрів асинхронних електродвигунів показав, що їхня ефективність

визначається поєднанням кількох основних чинників: радіального зазору, типу корпусу, класу ізоляції обмоток, конструкції ротора та якості охолодження. Для двигунів середньої потужності, які найчастіше застосовуються в аграрних технологічних процесах, найбільш доцільними є рішення, що поєднують достатню механічну міцність, теплову стійкість і здатність витримувати короткочасні перевантаження [1]. Саме двигуни середньої потужності з ефективною системою охолодження та захистом від агресивного середовища демонструють найстабільнішу роботу в умовах виробництва. Для стаціонарних ліній більш придатними є корпуси зі сталі або чавуну, оскільки вони краще витримують вібраційні навантаження та знижують ризик деформацій і мікротріщин [2].

Важливим критерієм ефективної експлуатації є тепловий режим. Дослідження показало, що за навантаження близько 50% температура обмоток становить 60–70 °С, а ККД перебуває в межах 85–88%. Найкращий баланс між енергоспоживанням і ефективністю досягається за навантаження 70%, коли температура обмоток становить 70–80 °С, а ККД підвищується до 88–90%. За роботи в режимі 90–100% від номінального навантаження температура обмоток зростає до 85–95 °С, тоді як ККД знижується до 85–87% [1]. Це свідчить, що надмірне навантаження призводить до погіршення теплового стану двигуна, пришвидшує старіння ізоляції та зменшує загальну енергоефективність установки [3]. Отже, оптимальним для тривалої експлуатації є режим 70–80% від номінальної потужності.

Не менш важливим є вплив агресивного виробничого середовища. У процесі переробки олійної сировини пил, частинки макухи, підвищена вологість і коливання температури негативно позначаються на стані підшипників, вентиляційних каналів, ущільнень та ізоляції обмоток. У статті наведено дані, що за 3–4 місяці інтенсивної роботи в шнекових пресах втрата мастила в підшипниках може досягати 25–30%, що супроводжується зростанням вібрації, шуму та ризиком заклинювання ротора [4]. Додатковою проблемою є забруднення вентиляційних отворів, яке ускладнює відведення тепла й підсилює перегрівання двигуна. За таких умов доцільними є поліпшення ущільнення, використання захисних покриттів, регулярне очищення вентиляційної системи та контроль температурно-вібраційного стану обладнання [5].

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що вони дають змогу обґрунтувати вибір конструктивних рішень і режимів роботи електродвигунів для аграрного виробництва. Підтримання оптимального навантаження, застосування ефективнішого охолодження, використання більш стійких матеріалів і своєчасне технічне обслуговування [6] забезпечують зменшення енергетичних втрат і подовження ресурсу обладнання. Це особливо важливо для після воєнного оновлення агропромислової інфраструктури, коли ресурсозбереження, технологічна надійність і стабільність виробничих процесів стають визначальними умовами забезпечення продовольчої стійкості.

Висновки. Асинхронні електродвигуни залишаються одним із найбільш доцільних типів приводу для агропромислового виробництва завдяки простоті конструкції, надійності та відносно високій енергоефективності. Разом із тим

їхня ефективна експлуатація можлива лише за умови врахування конструктивних параметрів, характеру навантаження та специфіки виробничого середовища. Оптимальний режим роботи в межах 70–80% від номінального навантаження, ефективне охолодження, захист від пилу й вологи та належне технічне обслуговування є ключовими умовами зменшення втрат електроенергії та підвищення довговічності обладнання. Упровадження таких підходів сприятиме підвищенню енергоефективності агропромислових підприємств і посиленню їхньої технологічної стійкості в умовах післявоєнного відновлення України.

Список використаних джерел

1. Sukovitsyna, I., Vakhonina, L. Designs and parameters of asynchronous electric motors for agricultural needs. *Agricultural Engineering*. 2025. Vol. 80(4). P. 308–328. DOI: 10.15150/ae.2025.3351.
2. Boldea, I., Nasar, S. A. *The Induction Machine Handbook*. CRC Press, 2002. 934 p. ISBN 0-8493-0004-5.
3. Al-Quraan, T. M. A., Vovk, O., Halko, S., Kvitka, S., Suprun, O., Miroshnyk, O., Nitsenko, V., Zayed, N. M., Islam, K. M. A. Energy-saving load control of induction electric motors for drives of working machines to reduce thermal wear. *Inventions*. 2022. Vol. 7, No. 4. P. 92. DOI: 10.3390/inventions7040092.
4. Calculation of Optimal Geometric Parameters Electrical Apparatus for Controlling the Irrigation System / O. Sadovoy et al. *2023 IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES)*, Kremenchuk, Ukraine, 27–30 September 2023. 2023. URL: <https://doi.org/10.1109/mees61502.2023.10402456>.
5. Popescu, M., Dorrell, D., Alberti, L., Bianchi, N., Staton, D., Hawkins, D. A review of recent trends in high-efficiency induction motor drives. *Machines*. 2025. Vol. 7, No. 1. P. 15. DOI: 10.3390/machines7010015.
6. Єрмолаєв С. О., Мунтян В. О., Яковлев В. Ф. *Експлуатація енергообладнання та засобів автоматизації в системі АПК* : підручник / за ред. С. О. Єрмолаєва. Київ : Мета, 2003. 543 с.

Abstract: The thesis considers the structural and operational factors that determine the energy efficiency and reliability of asynchronous electric motors used in agro-industrial production. The relevance of the topic is associated with the need to improve the stability of technological processes, reduce energy consumption and ensure reliable operation of equipment under the conditions of Ukraine's post-war recovery. Special attention is paid to the operation of electric motors in oilseed processing, where equipment functions under high humidity, dust and variable loads. The study shows that the performance of asynchronous motors significantly depends on rotor geometry, winding insulation class, housing type, cooling efficiency and maintenance quality. It is established that the most favourable operating mode is achieved at a load of 70–80% of the rated value, which provides the best balance between thermal conditions and efficiency. It is substantiated that improvement of motor design and rational operating conditions contribute to lower energy losses, higher reliability and better technological resilience of agro-industrial enterprises.

Keywords: asynchronous electric motor, agro-industrial production, energy efficiency, thermal regime, load, reliability.