

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН  
ІЗ ЗНОШЕНИМ АСИНХРОННИМ ДВИГУНОМ

Курдюєв О. І., аспірант, e-mail: [looperook@gmail.com](mailto:looperook@gmail.com)  
Сотнік О. В., к.т.н., доц. e-mail: [sotnikolga11@btu.kharkiv.ua](mailto:sotnikolga11@btu.kharkiv.ua)  
Державний біотехнологічний університет

**Актуальність дослідження.** Асинхронні двигуни (АД) залишаються ключовим компонентом сільськогосподарських машин у світі. Частка електроприводів (ЕП) в аграрному секторі з АД складає понад 60–70%. Досвід експлуатації АД у сільському господарстві по всьому світу підтверджує їх надійність і довговічність, навіть в умовах високих навантажень і складного середовища. Вони застосовуються в різних типах обладнання, включаючи насоси, вентилятори, компресори, транспортери, зернові сушарки та інші механізми для обробки, зберігання та переробки сільськогосподарської продукції. ЕП є найбільшими споживачами електроенергії у світі, на їх частку припадає біля 70 % всієї виробленої енергії [1]. До того ж ККД АД вище, ніж у двигунів інших типів та досягає 95 %.

У країнах ЄС діють жорсткі норми щодо енергоефективності обладнання. АД класів ІЕ3 та ІЕ4 (з високою енергоефективністю) стали стандартом у більшості європейських країн. Це дозволяє зменшити експлуатаційні витрати та скоротити викиди CO<sub>2</sub>. Європейські фермери використовують АД з високим ступенем захисту (IP55 та IP65). В Україні діють вітчизняні стандарти ДСТУ EN 60034-30-1:2022 та ДСТУ CLC IEC/TS 60034-30-2:2022 [2, 3], що відповідають Європейським стандартам. Для вітчизняного виробництва середній строк служби АД 15–20 років за умови правильної експлуатації та регулярного технічного обслуговування (ТО). Цей показник може змінюватись залежно від умов експлуатації, типу двигуна, рівня навантаження, частоти обслуговування та якості самого обладнання. Середній термін служби АД, що використовується в сільськогосподарському виробництві, залежить також від кількох ключових факторів, включаючи якість самого двигуна, умов експлуатації, регулярність ТО та навантаження.

За різними дослідженнями та практичним досвідом, середній термін служби АД у сільськогосподарському виробництві становить: 10–15 років при стандартних умовах експлуатації та регулярному ТО; 15–20 років для двигунів високої якості, які використовуються в оптимальних умовах з належним доглядом; менше 10 років у випадках недбалого обслуговування, перевантажень або роботи в суворих умовах без відповідного захисту. Використання вживаних або після ремонту АД у сільському господарстві є досить поширеним, особливо серед малих та середніх фермерських господарств. Це зумовлено такими факторами, як обмежені фінансові ресурси, потреба в недорогих рішеннях для підтримки виробничих процесів і можливість продовжити життєвий цикл двигунів після відновлення. За різними оцінками, в сільськогосподарському секторі приблизно 20–30% АД є вживаними або пройшли ремонт.

**Мета дослідження.** Аналіз роботи асинхронних двигунів, що мають значних термін експлуатації в умовах сільськогосподарського виробництва.

**Основні матеріали дослідження.** Експлуатація АД з певним строком роботи або після капітального ремонту може подовжити термін служби ще на 5–10 років залежно від якості проведеного ремонту. Після ремонту деякі характеристики двигуна, такі як енергоефективність, можуть знизитись. Робота ЕП сільськогосподарських машин із зношеними АД має кілька особливостей, що впливають на ефективність, надійність та довговічність обладнання. Основні з них включають:

1. Зниження продуктивності. Зношення двигуна призводить до втрат потужності через погіршення стану елементів, таких як підшипники, обмотки, осердя тощо. Це знижує ефективність роботи ЕП і може вимагати більше енергії для досягнення необхідних параметрів роботи.

2. Збільшення споживання енергії. Внаслідок зношування зростають втрати на тертя, що веде до підвищення електроспоживання, особливо на стартових етапах роботи, коли пускові струми особливо високі.

3. Нагрівання двигуна. Знос обмоток та погіршення ізоляції можуть спричинити підвищене нагрівання, що у свою чергу, може призвести до перегрівання двигуна і навіть його виходу з ладу.

4. Швидке зношування елементів. Вібрації та додаткові навантаження на підшипники та інші механічні частини сприяють їх швидшому зносу, що збільшує ймовірність поломок.

5. Вимушені зупинки і ремонти. Через зношення двигуна збільшується ймовірність збоїв, що може призвести до частих простоїв обладнання, що є особливо небажаним у сільському господарстві, де простій техніки може суттєво вплинути на продуктивність роботи обладнання.

6. Зміна характеристик двигуна. Наприклад, можуть змінюватися такі характеристики, як ковзання, частота обертання та інші, що впливає на стабільність роботи всієї машини.

Фактори, що впливають на термін служби АД:

1. Якість двигуна. Матеріали та компоненти: використання високоякісних матеріалів для обмоток, підшипників та інших компонентів сприяє подовженню терміну служби.

2. Виробничі стандарти: двигуни, виготовлені за дотриманням міжнародних стандартів (наприклад, IEC, NEMA), зазвичай мають більшу надійність та довговічність.

3. Умови експлуатації. Кліматичні умови: висока вологість, пил, корозійні середовища та екстремальні температури можуть скоротити термін служби двигуна.

4. Навколишнє середовище. Вибір двигунів з відповідним ступенем захисту (наприклад, IP55, IP65) для роботи в умовах аграрного виробництва може підвищити їх довговічність.

5. Регулярність ТО. Планове обслуговування: регулярна перевірка та обслуговування (заміна мастил, очищення від пилу та бруду, перевірка стану обмоток) суттєво впливають на життєвий цикл двигуна.

6. Своєчасний ремонт: Виявлення та усунення несправностей на ранніх стадіях допомагає уникнути серйозних пошкоджень і подовжує термін служби.

7. Навантаження та режим роботи. Режим роботи: постійна робота на повній потужності без перерв може призвести до швидшого зносу компонентів двигуна. Перевантаження: часті перевантаження або робота в умовах, що перевищують номінальні параметри, негативно впливають на довговічність двигуна.

8. Системи охолодження. Ефективність охолодження: належне охолодження двигуна запобігає перегріву, що є однією з основних причин зносу. Чистота охолоджуючих систем: забруднені або засмічені радіатори та вентилятори можуть знижувати ефективність охолодження.

Рекомендації для покращення роботи: 1. Регулярна діагностика та ТО для своєчасного виявлення зношених деталей; 2. Замінювання зношених підшипників і покращення системи охолодження, щоб зменшити нагрівання; 3. Використання спеціалізованих мастильних матеріалів для зниження тертя в зношених частинах; 4. Оптимізація режиму роботи для зниження навантажень на двигун, якщо можливе тимчасове зниження продуктивності.

**Висновок.** Експлуатація сільськогосподарських машин із зношеним асинхронним двигуном вимагає додаткового обслуговування та контролю для забезпечення їх надійності та мінімізації витрат.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Дзеніс С., Шайда В., Юр'єва О. Шляхи подолання бар'єру при переході асинхронних двигунів до класу енергоефективності IE5 / Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Проблеми удосконалювання електричних машин і апаратів. Теорія і практика, 2024. № 1 (11), С. 60–67. <https://doi.org/10.20998/2079-3944.2024.1.11>

2. IEC60034-2-1, 2nd Ed.: Rotating electrical machines - Part 2-1: Standard method for determining losses and efficiency from tests (excluding machines for traction vehicles), 2013.

3. IEC60034-30, 1st Ed.: Rotating electrical machines - Part 30: Efficiency classes of single-speed, three-phase, cage-induction motors (IE-code), 2008.