

## УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ КОМПЛЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ ЗМІШУВАЧІВ КОРМІВ

Хандола Ю. М., к.т.н., доц., e-mail: [xandola@ukr.net](mailto:xandola@ukr.net)  
 Сотнік О. В., к.т.н., доц., e-mail: [sotnikolga11@gmail.com](mailto:sotnikolga11@gmail.com)  
 Литвиненко В. М., магістр, e-mail: [vitaliylytw@gmail.com](mailto:vitaliylytw@gmail.com)  
 Державний біотехнологічний університет

**Актуальність дослідження.** Порційні змішувачі кормів зазвичай розробляють на основі типових проектів, однак, з розвитком електротехнічної промисловості і розширенням поставок закордонних зразків обладнання, а також розширення умов його застосування, «прив'язка» типових рішень до реального виробництва, має ряд недоліків. Зокрема, такий підхід виключає детальне визначення умов експлуатації конкретних установок і не гарантує досягнення високих показників надійності та якісного виробництва продукції. Також, при розрахунку електроприводу слід передбачати нерівномірне навантаження і можливу зупинку робочих органів машини з повністю заповненою ємністю (бункером), наприклад, при спрацюванні апарата захисту або раптовому зникненню напруги живлення [1].

**Метою досліджень** є удосконалення методики комплектування електроприводів порційних змішувачів кормів, для підвищити їх показників надійності в конкретних умовах експлуатації.

**Основні матеріали досліджень.** Суть методики полягає в тому, що вихідний типовий варіант послідовно пристосовується до умов експлуатації по кожному елементу структурної схеми електропривода. В результаті, вдається отримати варіант, який при заданому рівні розвитку електротехнічних виробів (комутаційно-захисна апаратура, асинхронний двигуни (АД)) гарантує найвищу ефективність роботи електроприводу у конкретній робочій машині.

Взагалі, ефективність електроприводів визначається по формулі (1) де розраховують величину річних витрат. Рівняння можна розглядати, як загальну цільову функцію при оптимізації показників надійності:

$$Z = Z_B(\lambda t_g) + Z_H(\lambda t_g) \quad (1)$$

де  $Z_B$  – витрати на забезпечення надійності, грн;  $Z_H$  – збитки, які залежать від досягнутих показників надійності, грн;  $\lambda$  – інтенсивність відмов, 1/рік;  $t_g$  – тривалість відновлення працездатності електропривода, год. [1].

Зупинка або відмова електроприводу – це подія, яка пов'язана з порушенням (перервою) електропостачання робочої машини і її простою на період, більше ніж допустима тривалість простою –  $t_{don}$ . Якщо енергопостачання буде відновлено за менший час  $t_3 < t_{don}$  відмова будь-якого елемента не буде вважатися відмовою електроприводу, тому, що збиток від відмови буде незначний. Зі зменшенням  $\lambda$  і  $t_g$  знижуються річні збитки від простою робочої машини але, при цьому збільшуються одноразові витрати на електропривод. Отже, обґрунтування показників надійності є оптимізаційним завданням, а його рішення може дати позитивні результати, коли будуть створені умови для реалізації оптимальних варіантів комплектування електроприводу. Для досягнення сформульованої мети прийнято відомий підхід [2], який розділив всі заходи по підвищенню надійності на 2 групи: заходи, що забезпечують зниження відмов електрообладнання і заходи, які скорочують час простою. Основне завдання досягти ПН з найменшими витратами, тобто розробити методи вибору найефективніших елементів для комплектування електроприводу при заданій системі технічного обслуговування і поточного ремонту в умовах дефіциту резервних елементів і запасних частин. Зниження кількості відмов може бути досягнуто за рахунок:

- 1.1 – зниження аварійних випадків пов'язаних з робочою машиною, джерелом електропостачання або обслуговуючим персоналом;
- 1.2 – зниження відмов елементів електроприводу за рахунок застосування сучасних пристроїв захисту АД в аварійних ситуаціях;

- 1.3 – узгодження варіантів виконання АД з умовами навколишнього середовища;
- 1.4 – вибору раціонального запасу потужності АД;
- 1.5 – ефективного проведення технічних обслуговувань і поточних ремонтів АД.

Скорочення тривалості простою може бути досягнуто за рахунок:

- 2.1 – підтримання необхідного запасу резервного електрообладнання;
- 2.2 – оперативної заміни електрообладнання, яке вийшло з робочого стану або оперативного усунення пошкодження;
- 2.3 – застосування пристроїв захисту від аварійних ситуацій[2].

Розглянемо варіант, коли приймаємо спосіб 1.2, а також поєднання способів 1.2, 1.3, 1.4. З другої групи приймаємо спосіб 2.3. При цьому, вважаємо що заходи по способу 1.1 відповідають умовам експлуатації, 1.5 і 2.2 – відповідають положенням системи технічного обслуговування і поточного ремонту на сільськогосподарських підприємствах, а для реалізації способу 2.1 немає достатніх ресурсів. Перераховані обставини дозволяють зробити припущення про необхідність вибору таких значень показників надійності, при яких гарантується безвідмовна експлуатація робочої машини в період використання  $P_{pm}(t) \rightarrow 1$ . Оскільки ми прийняли реально існуюче обмеження щодо неможливості застосування способу 2.1, то інтенсивність відмови робочої машини за час роботи з вини електроприводу повинна бути  $\lambda_{pm}(t) \rightarrow 0$ . Це означає, що при всіх аварійних ситуаціях АД не відмовить, а відключиться пристроєм захисту. Час на відновлення роботи повинен бути менше допустимого часу простою, що і гарантує  $\lambda_{pm}(t) \rightarrow 0$  при  $\lambda_d = \lambda_i$ .

Діючі ПУЕ регламентують наступну типову структуру електропривода: комутаційно-захисна апаратура - АД - передавальний механізм. Допускається застосування пристроїв захисту від перевантажень у вигляді теплових реле там, де за умовами технології можливі перевантаження робочої машини. Тобто, типовий варіант комплектування електроприводу змішувача кормів пристосований для безвідмовної роботи при одній аварійній ситуації – перевантаження. В інших аварійних випадках – двигун втратить працездатність.

Аналіз умов експлуатації двигунів в сільськогосподарському виробництві показав, що інтенсивність відмов при аварійних ситуаціях, наступний: зволоження ізоляції –  $\lambda_z = 0,06$   $1/pik$ ; неповнофазний режим –  $\lambda_n = 0,041/pik$ ; технологічні перевантаження –  $\lambda_n = 0,061/pik$ ; загальмування (заклинювання) ротора –  $\lambda_T = 0,041/pik$ ; інші –  $\lambda_i = 0,051/pik$ . Сумарна імовірність відмов  $\Sigma \lambda = 0,251/pik$ , а розмір технологічного збитку в частках від вартості капітального ремонту відмов електродвигуна  $y = 0,51/pik$ [1]. При типовому комплектуванні електроприводів інтенсивність відмов становить  $0,25$   $1/pik$ , але коли застосовується захист від технологічних перевантажень, інтенсивність аварійних ситуацій зменшується до  $0,2$   $1/pik$ . При правильному виборі виконання АД кількість відмов знизиться до  $0,18-0,23$   $1/pik$ , а термін служби до першого капітального ремонту зросте до  $4,3-5,5$  років, що в  $2,0-2,5$  рази нижче нормативного значення[1]. Запас потужності, дозволяє уникнути відмови АД при ряді дестабілізуючих впливів, наприклад, перевантаження не призводить до аварійного перегріву, знижена напруга не викликає зупинку при пуску, а якщо АД знаходиться в роботі, то обрив фази не викликає зупинку (перекидання) АД при завантаженні менше  $60-70\%$ .

**Висновок.** Для забезпечення нормативних показників надійності електроприводів необхідно захищати АД від всіх аварійних ситуацій додатковими пристроями захисту на додаток до типового захисту від технологічних перевантажень, а оптимальний запас потужності АД за економічним критерієм не тільки знижує сумарні витрати але і дозволяє на  $20-30\%$  знизити інтенсивність відмов електроприводів змішувачів кормів.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Лозинський О. Ю. Розрахунок надійності електроприводів: Підручник / О. Ю. Лозинський, Я. Ю. Марущак, П. П. Костробій – Львів: вид-во ДУ «Львівська політехніка», 1996. – 234 с.
2. Лут М. Т. Діагностування енергетичного обладнання / М. Т. Лут, О. В. Окушко, П. М. Ковтун – К.: Аграр Медіа Груп, 2014. – 178 с.