

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА ПРИ ВІДХИЛЕННЯХ
ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Сотнік О. В., к.т.н., доц., e-mail: sotnikolga11@gmail.com

Державний біотехнологічний університет

Актуальність дослідження. Строк служби асинхронних двигунів (АД) – показник довговічності, а його прогнозування зводиться до розрахунку їх надійності [1]. АД, як правило, розраховані на строк служби 15...20 років без капітального ремонту за умови правильної їх експлуатації. Під правильною експлуатацією двигуна розуміється його робота відповідно до номінальних параметрів, вказаних у паспорті. На практиці має місце значне відхилення режимів експлуатації АД від номінальних. На цей час понад 70 % експлуатованого парку АД складають машини, які хоч би один раз побували в капітальному ремонті [2]. Особливо це актуально для сільськогосподарського виробництва, де рівень та час відхилення показників якості електроенергії (ЕЕ) від нормованих значень дуже великий.

Мета дослідження. Підвищення надійності роботи АД у сільськогосподарському виробництві.

Основні матеріали дослідження. Тривалий період роботи над покращенням конструкції АД дозволив помітно поліпшити масово-габаритні параметри та показники їх надійності. Але й сьогодні ізоляція обмоток АД є їх слабким місцем у надійній роботі. Це враховується в теорії ЕП при виборі потужності двигуна шляхом дотримання енергетичного балансу двигуна та робочої машини та перевірки температури нагрівання ізоляції.

Через дискретність шкали потужностей двигунів найчастіше приходиться користуватися умовою $P_n \geq P_e$, яка доповнюється правилом - при відомій потужності робочої машини потрібно вибрати найближчий більший за потужністю двигун. Звідси виходить, що теорія ЕП передбачає запас потужності АД, але не вирішує задачу про величину цього запасу. Задача запасу потужності традиційно вирішується як задача про оптимальне завантаження двигуна.

Але враховуючи роботу АД у сільськогосподарському виробництві, як правило у важких умовах (запиленість, нерівномірність навантаження, погана якість електроенергії (ЕЕ) тощо), то такий підхід при виборі двигуна не буде ефективним. Існують економічні інтервали навантажень для вибору АД в електроприводі (ЕП) відповідно до умов їх експлуатації. Ці дані для АД невеликих потужностей, що притаманні сільськогосподарському виробництву наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Економічні інтервали навантажень АД

Номінальна потужність, кВт	Інтервал навантажень, кВт, за умовами експлуатації		
	легкі	звичайні	важкі
1,1	0,6-1,10	0,5-1,0	0,45-0,95
1,5	1,11-1,50	1,01-1,40	0,96-1,30
2,2	1,51-2,20	1,41-1,90	1,31-1,90
3,0	2,21-3,00	1,91-2,80	1,91-2,60
4,0	3,01-4,00	2,81-3,70	2,61-3,50
5,5	4,01-5,50	3,71-5,20	3,51-5,00
7,5	5,51-7,50	5,21-6,30	5,01-6,00
11,0	7,51-11,00	6,31-10,00	6,01-9,20
15,0	11,10-15,00	10,10-13,00	9,21-12,50
18,5	15,10-18,50	13,10-17,00	12,51-16,00
22,0	18,60-22,00	17,10-20,00	16,10-19,00

Ці дані істотно підвищують ефективність вибору потужності двигуна [3, 4].

Робота АД в сільськогосподарському виробництві це робота в важких умовах і для дослідження відношення часу розгону ($t_{роз}$) до електромеханічної сталої часу (T_M) двигуна АИР100L6УЗ було проведено експеримент за різних умов: живлення АД номінальною напругою (380 В), зниженою напругою (360 В), за асиметрії фаз, при обриві фази. Навантаження АД було від номінального до неробочого ходу. Температура навколишнього середовища приймалася на рівні $+ 20$ °С.

При живленні номінальною напругою відношення $t_{роз}/T_M$ значно збільшувалося в межах коефіцієнта завантаження 0,8 – 0,9. В цьому режимі (відносно завантаження) махові частини ЕП, не можуть достатньо швидко віддавати безперервно потужність, яка дорівнює номінальній потужності двигуна. Робочі струми становляться нижче за номінальні при коефіцієнті навантаження 0,8 від номінального.

При живленні зниженою напругою АД має збільшення відносного часу розгону при коефіцієнті навантаження - від 0,75 до 1,0. Робочі струми становляться нижче за номінальні тільки при коефіцієнті навантаження 0,9 від номінального.

Асиметрія фаз проводилась шляхом введення у коло однієї із фаз (фаза А) додаткового опору. Асиметрія складає 2,5 - 5% від номінальних значень. При асиметрії фаз двигун при номінальному завантаженні працював з критичними характеристиками, навіть при невеликому перевантаженні, пуск буде неможливий. Це може привести в кращому випадку при спрацьовуванні пристрою захисного відключення до зупинки технологічного процесу, що не завжди допустимо, у гіршому - виходу з строю самого АД. Крім збільшеного часу пуску немаловажну роль грає і температура на яку встиг за час пуску нагрівається АД. Перепади температури спостерігаються при повному навантаженні на 5 °С.

При обриві фази АД запускався в повнофункціональному режимі, після виходу АД на сталий режим роботи обривалась фаза «А». Неповнофазне живлення АД одне з найбільш розповсюджених причин виходу з строю. Це пояснюється зростанням робочого струму за фазами приблизно в 1,73 рази. Неповнофазне живлення призводить до збільшення робочого струму - перегріву двигуна. Для зменшення негативних наслідків цього режиму можна запропонувати коефіцієнти завантаження 0,7-0,8 від номінального та більший коефіцієнт запасу потужності АД. Це може знизити робочий струм до номінального і таким чином уникнути перегріву обмоток статора. При такому завантаженні вирівнюються струми в робочих фазах, що теж є суттєвим.

Висновок. Проведені дослідження показали негативний вплив на роботу АД при зниженні напруги живлення, асиметрії фаз та при обриві фази, що має місце при роботі АД у сільськогосподарському виробництві. Правильний вибір потужності АД дозволить зменшити негативний вплив при роботі, а саме при зниженні напруги зменшити час розгону двигуна, усунути нерівномірність навантаження за фазами до 5 %, при неповнофазному живленні правильно підібране навантаження може усунути перегрівання обмотки АД.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Синявський О. Ю., Савченко В. В., Бунько В. Я., Рамш В. Ю. Електропривод виробничих машин і механізмів: Навчальний посібник / за ред. О.Ю. Синявського. – К.: ФОП Ямчинський О. В., 2020. 444 с.
2. Сотнік О. В., Величко І. А., Сотнік О. В. Теоретичне обґрунтування запасу потужності асинхронних двигунів електропривода сільськогосподарських машин. Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. Вісник ХНТУСГ. Х.: ХНТУСГ. 2018. Вип. 195. С. 130 –131.
3. Матвійчук В. А., Стаднік М. І., Рубаненко О. О. Електропривод виробничих машин і механізмів. Навчальний посібник з виконання курсової роботи. Вінниця: ВНАУ, 2016. 85 с.
4. Закладний О. О. Оцінка залишкового ресурсу асинхронного електроприводу. Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Гірництво». 2010. Вип. 19. С. 140 –148.