

*Матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів.  
Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 25-26 листопада 2015.*

УДК 621.313.17

**Р.В. Семенчук, А.П. Куцик, В.П. Лукавенко, канд. техн. наук., доц.,  
Ю.П. Горбатенко**

Національний технічний університет України «КПІ», Україна

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕВАНТАЖУВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ  
АСИНХРОННОГО ДВИГУНА З ПЕРЕТВОРЮВАЧЕМ ЧАСТОТИ**

**R. W. Semenchuk, A. P. Kutsyk, V. P. Lukavenko, Ph.D., Assoc. Prof.,  
Y. P. Gorbatenko**

**RESEARCH OF THE OVERLOAD CAPACITY OF AN ASYNCHRONOUS ENGINE  
WITH A FREQUENCY CONVERTER**

Асинхронні двигуни завдяки своїй простоті та надійності отримали надзвичайно широке використання для приводу технологічних машин в різноманітних галузях господарства. На сьогоднішній час статичні перетворювачі частоти, забезпечують можливість плавного регулювання швидкості обертання ротора асинхронного двигуна, що усунуло один з основних його недоліків [1]. Можна стверджувати, що історична суперечка між Ніколою Тесла і Томасом Едісоном щодо переваг і недоліків асинхронних двигунів порівняно з двигунами постійного струму отримала остаточне вирішення на користь асинхронного електроприводу. У паспортних даних асинхронного двигуна наводиться перевантажувальна здатність  $\lambda$  двигуна для стандартної частоти напруги живлення.  $\lambda = M_e / M_i$  де,  $M_e$ ,  $M_i$  - критичний та номінальний моменти двигуна. Момент номінальний залежить від номінальної потужності та кутової швидкості:  $M_i = P_i / \omega_i$ . Номінальна кутова швидкість ротора двигуна  $\omega_i = \omega_n(1 - s_i / 100)$ , де  $\omega_n$  - синхронна кутова швидкість магнітного поля статора, яка визначається:  $\omega_n = 2\pi f / p$ , тут  $f$  - частота напруги живлення;  $p$  - число пар полюсів обмотки статора.  $S_i$  - номінальне ковзання ротора по відношенню до поля статора може мати допустиме відхилення від номіналу  $S_i^{+25\%}$  [2]. Окрім наведених формул перевантажувальна здатність асинхронного приводу визначається також характеристиками статичного перетворювача частоти.

Звідси актуальним питанням у лабораторному практикумі технічних ВНЗ є дослідження режимів роботи, аналіз механічних і електромеханічних характеристик електричного приводу, зокрема і його перевантажувальної здатності при живленні напругою частота якої є нестандартною.

З цією метою на кафедрі прикладної механіки НТУУ «КПІ» силами студентів учасників науково-дослідницького гуртка був створений уніфікований стенд дослідження роботи приводних електродвигунів. Стенд являє собою раму швелерної конструкції, на якій змонтовано один двигун постійного струму зі змішаним збудженням, два асинхронних двигуни з короткозамкненими роторами та гальмівний пристрій порошкового типу ПТ-2,5М. Вали всіх двигунів та гальмо з'єднані за допомогою муфт типу МПВП. Живлення одного з асинхронних двигунів потужність 0,75 кВт (синхронна частота обертання поля статора  $n_c = 1000 \text{ хв}^{-1}$ ) здійснюється від частотного перетворювача Danfoss 5005. Інший асинхронний двигун такої ж синхронної частоти вмикається в трифазну мережу змінного струму безпосередньо за допомогою магнітного пускача. Для живлення двигуна постійного струму зібраний двонапівперіодний випрямляч за мостовою схемою. Стенд надає можливість

виконувати експериментальні дослідження двигунів змінного та постійного струмів у індивідуальних, групових режимах їх роботи, зокрема, дослідити і перевантажувальну здатність асинхронного приводу за умови живлення напругою, частота якої є відмінною від стандартної.

Для визначення частоти обертання двигунів використано цифровий тахометр, та індуктивний датчик. Для визначення навантажувального моменту виконувалось попереднє тарування тензометричних датчиків, що наклеювались на штатну пружну балочку порошкового гальма. Сигнали від тензометричних датчиків подавались на вхід тензометричного підсилювача ТММ-48, вихідний підсилений сигнал подавався на аналого-цифровий перетворювач Е14-140 і далі за допомогою USB-інтерфейсу – до персонального комп'ютера. Сигнальні провідники індуктивного датчика кутової швидкості під'єднувались безпосередньо до АЦП.

Зміну навантаження двигунів в межах від 0 до 25 Н\*м здійснювалось за допомогою керованого однофазного випрямляча «Універсал», що під'єднаний до порошкового гальма. Для відтворення сигналів датчиків в режимі реального часу використовувалось програмне забезпечення PowerGraph. Критичний момент двигуна за різних частот живлення визначався шляхом збільшення моменту навантаження гальмівним пристроєм до повної зупинки. Номінальний момент визначався для роботи двигуна в штатному режимі живлення стандартною частотою напруги.

Результати обробки результатів експериментальних досліджень наведені в таблиці 1.

**Таблиця 1.**

№	$f$ , Гц	$n_c$	$M_k$	$\lambda$
1	10	200	9,1	1,24
2	20	400	16,8	2,29
3	30	600	18,91	2,57
4	40	800	21,01	2,86
5	50	1000	22,41	3,05
6	60	1200	23,8	3,24

Аналіз отриманих результатів показує суттєве зниження перевантажувальної здатності двигуна на частоті 10 Гц, що не може забезпечити стабільну роботу приводу. Окрім того, робота на частотах 20—30 Гц хоча і показує прийнятний коефіцієнт  $\lambda$ , вимагає додаткових досліджень щодо температурного режиму двигуна з огляду на менш ефективне обдування повітрям від власного вентилятора. Цілком можливо, що для запобігання перевищенню температури обмотки статора її допустимого значення, необхідно використання для таких частот зовнішнього вентилятора.

### **Література**

1. Осипов О.И. Частотно-регулируемый асинхронный электропривод. Учебное пособие. – М.: Издательство МЭИ, 2004. — 80 с.
2. Москаленко В.В. Автоматизированный электропривод. Учебник для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1986. – 416 с.