

УДК 621.321

О. С. ШАПОВАЛОВ – аспірант, Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, sssanya1993@ukr.net

О. П. КАРАСЬОВ – студент, Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, 1998karasiov@gmail.com

ВИПРОБУВАННЯ АСИНХРОННИХ ТРИФАЗНИХ ДВИГУНІВ

Вступ

Відповідно до ГОСТ 2582-81 [1] електричні машини тягового рухомого складу магістрального та промислового транспорту випробовують при приймально-здавальних випробуваннях. Ці випробування є невід’ємною частиною технологічного процесу виготовлення або ремонту електричних машин.

Правила ремонту електричних машин [2] допускають скорочений регламент при проведенні випробувань асинхронних електричних машин, який складається з виміру опору ізоляції відносно корпусу машини і між котушками, вимір опору обмоток постійному струму та робота двигуна без навантаження. Це в першу чергу пов’язано з відсутністю спеціалізованих стендів для випробування асинхронних двигунів, але дане рішення призводить до зниження якості ремонту, оскільки не може виявити скритих дефектів, які можливо виявити лише при навантаженні.

Мета статті

Аналіз можливих схемних рішень реалізації системи взаємного навантаження при випробуванні асинхронних машин. Характеристика методів навантаження асинхронних двигунів.

Матеріал і результати роботи

Випробування під навантаженням без віддачі електроенергії для асинхронних машин характеризуються простотою реалізації, але й непродуктивними витратами

електроенергії, що на сьогодні є неприпустимим.

Сучасний розвиток напівпровідникової та мікропроцесорної техніки дозволив зменшити ціну на перетворювачі частоти до прийняттого рівня (наприклад перетворювачі частоти потужністю 50...100 кВт коштують 70...170 тис. грн. в залежності від модифікації), що дозволяє використовувати їх при побудові універсальних стендів з випробування трифазних асинхронних машин.

Однак на сьогодні відкритим залишається питання вибору схемного рішення системи взаємного навантаження трифазний асинхронних двигунів. Рядом авторів [3–4] було запропоновано схеми взаємного навантаження трифазних асинхронних двигунів з використанням асинхронних, синхронних генераторів, а також генераторів постійного струму, проаналізуємо ці схеми:

1) Система асинхронний двигун – асинхронний генератор з механічним перетворювачем частоти (рис. 1).

Дана схема являє собою дві однотипні асинхронні машини, асинхронний двигун (АД) і асинхронний генератор (АГ), вали роторів яких з’єднані між собою за допомогою редуктора. В машинах низької і середньої потужності замість редуктора також можливе використання ремінних варіаторів, а також гідравлічних передач.

Система працює наступним чином, асинхронний двигун отримує живлення з мережі, і через редуктор приводить в рух асинхронний генератор який працює зі збудженням від мережі. Редуктор потрібен для того щоб підвищити частоту обертання ге-

нератора вище синхронної, що є обов'язковою умовою роботи асинхронного генератора.

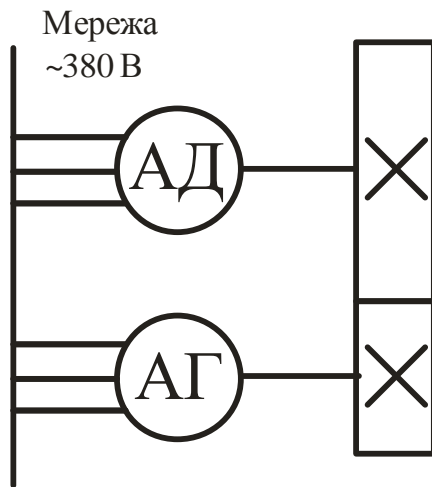


Рис. 1. Принципова схема взаємного навантаження асинхронних двигунів з механічним перетворювачем частоти

Перевагами даної схеми є:

а) відсутність частотних перетворювачів;

б) простота регулювання.

Недоліки даної схеми:

а) ступінчате регулювання при зубчатому редукторі;

б) прослизання ремня при використанні варіатора;

в) неможливість проводити випробування в широкому діапазоні частот.

2) Система асинхронний двигун – синхронний генератор з ланкою постійного струму (рис. 2).

Дана схема складається з двох машин змінного струму (асинхронного двигуна і синхронного генератора) і двох машин постійного струму (двигуна і генератора). Ротор асинхронного двигуна з'єднано з якорем генератора постійного струму, ротор синхронного генератора з'єднано з якорем двигуна постійного струму.

Працює схема наступним чином: асинхронний двигун отримує живлення від мережі, і навантажується генератором постійного струму. Генератор постійного струму

живить двигун постійного струму, який в свою чергу обертає ротор синхронного генератора. Генератор віддає частину енергії в мережу. Ланка постійного струму використовується для підвищення частоти обертання асинхронного генератора.

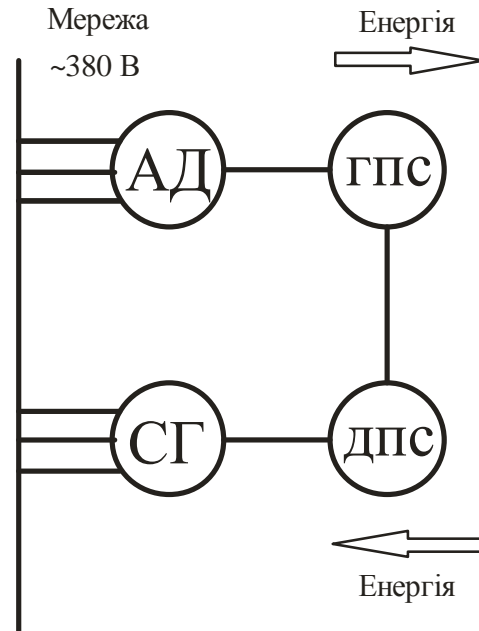


Рис. 2. Схема взаємного навантаження асинхронний двигун – синхронний генератор з ланкою постійного струму

Перевагою даної схеми є відсутність частотних перетворювачів.

Недоліки даної схеми:

а) велика кількість обладнання

б) низька енергоефективність

в) неможливість проводити випробування в широкому діапазоні частот

3) Система асинхронний двигун – асинхронний генератор з одним перетворювачем частоти (рис. 3).

Дана схема являє собою дві однотипні асинхронні машини, вали роторів яких з'єднані між собою за допомогою муфти. Асинхронний двигун отримує живлення від перетворювача частоти, що дозволяє підвищити частоту вище мережевої. Генератор працює зі збудженням від мережі.

Перевагою даної схеми є плавність регулювання.

Недоліки даної схеми:

- а) наявність частотного перетворювача;
- б) неможливість проводити випробування в широкому діапазоні частот.

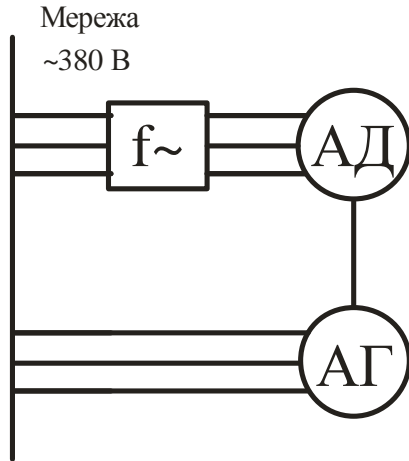


Рис. 3. Схема взаємного навантаження асинхронних двигунів з одним перетворювачем частоти

- 4) Система асинхронний двигун – асинхронний генератор з двома перетворювачами частоти (рис. 4).

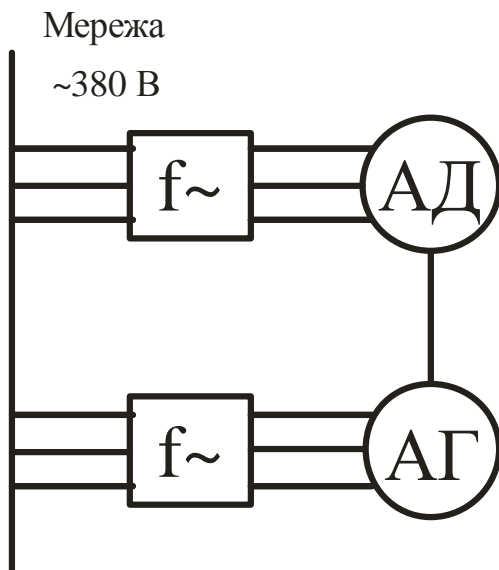


Рис. 4. Схема взаємного навантаження асинхронних двигунів з двома перетворювачами частоти

Дана схема являє собою дві однотипні асинхронні машини, вали роторів яких з'єднані між собою за допомогою муфти.

Живлення асинхронні машини отримують від двох перетворювачів частоти. При чому частотний перетворювач який живить асинхронний генератор повинен мати на вході (зі сторони мережі) керований випрямляч, для можливості віддачі енергії в мережу.

Перевагою даної схеми є можливість проводити випробування в широкому діапазоні живлячих частот.

Недоліки даної схеми:

- а) наявність двох перетворювачів частоти;
- б) перетворювач частоти який працює в парі з асинхронним генератором повинен мати інвертор з керованим випрямлячем.

- 5) Система асинхронний двигун – асинхронний генератор з двома перетворювачами частоти і ланкою постійного струму (ЛПС) між перетворювачами (рис. 5).

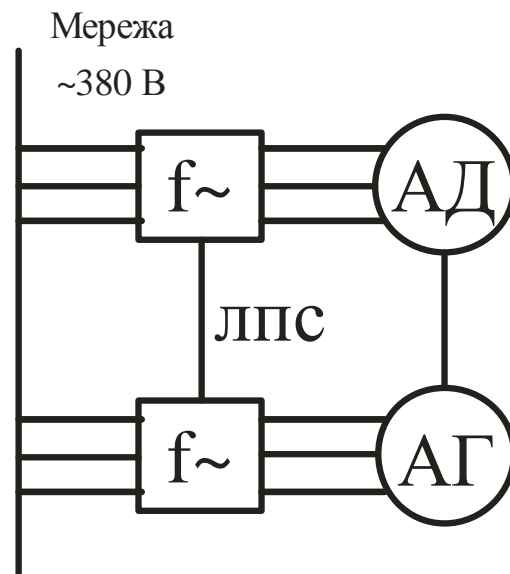


Рис. 5. Схема взаємного навантаження асинхронних двигунів з двома перетворювачами частоти і ланкою постійного струму між перетворювачами

Дана схема являє собою дві однотипні асинхронні машини, вали роторів яких з'єднані між собою муфтою. Живлення асинхронні машини отримують від двох однотипних перетворювачів частоти, які з'єднуються між собою за допомогою шини постійного струму. Вироблена генератором

енергія передається двигуну через ланку постійного струму.

Перевагою даної схеми є можливість проводити випробування в широкому діапазоні живлячих частот.

Недолік даної схеми наявність двох перетворювачів частоти.

б) Система асинхронний двигун – генератор постійного струму(ГПС) (рис.6).

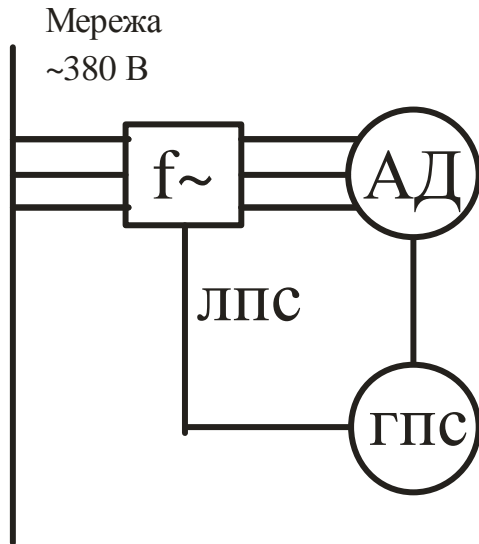


Рис. 6. Схема взаємного навантаження асинхронний двигун – генератор постійного струму

В даній схемі взаємне навантаження реалізується наступним чином: вал ротора асинхронного двигуна і вал якоря генератора постійного струму з'єднані за допомогою муфти, асинхронний двигун отримує живлення від статичного частотного перетворювача. В якості навантаження виступає генератор постійного струму, який віддає енергію в ланку постійного струму частотного перетворювача.

Перевагою даної схеми є можливість проводити випробування в широкому діапазоні живлячих частот.

Недоліки даної схеми:

а) одночасне випробування лише однієї машини змінного струму;

б) складність центровки валів машин різних типів і розмірів.

7) Система асинхронний двигун – синхронний генератор.

Дана схема являє собою дві машини змінного струму(асинхронна і синхронна) вали роторів яких з'єднані між собою. Асинхронний двигун отримує живлення від частотного перетворювача. В якості навантаження виступає синхронний генератор який віддає енергію в мережу.

Перевагою даної схеми є можливість компенсації реактивної енергії яка споживається стендом.

Недоліки даної схеми:

а) одночасне випробування лише однієї машини змінного струму;

б) складність центровки валів машин різних типів.

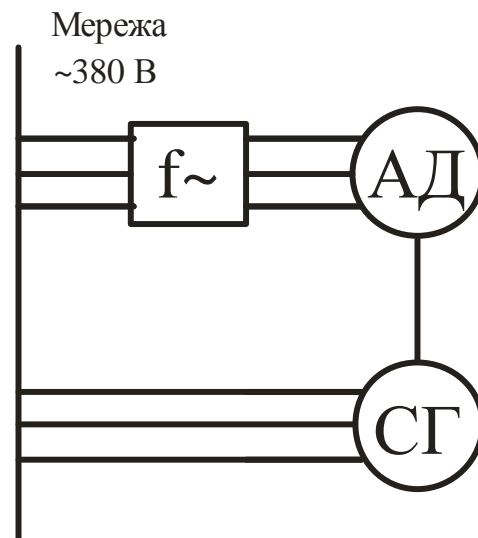


Рис. 7. Схема взаємного навантаження асинхронний двигун – синхронний генератор

Висновки

Попередній аналіз систем випробування трифазних асинхронних двигунів показав можливість реалізації взаємного навантаження як зі статичним перетворювачем частоти так і без нього, кожна зі схем має як свої переваги так і недоліки. Раціональність використання кожної окремої схеми потребує більш детального дослідження і обґрунтування виходячи з призначення і потужності випробовуваних електричних машин.

Бібліографічний список

1. ГОСТ 2582-81. Машины электрические вращающиеся тяговые. Общие технические условия [Текст]. – Введ. 1983-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 34 с.
2. Правила ремонту електричних машин електровозів і електропоїздів. ЦТ-0063 [Текст]. – К. : Видавничий дім «САМ», 2003. – 286 с.
3. Жерве Г.К. Промышленные испытания электрических машин. – Л: Энергоатомиздат, Ленингр. отд-ние, 1984. – 408 с.
4. Авилов, В.Д. Патент RU 2433419 U1 «Испытание электрических машин» / В. Д. Авилов, А. И. Володин, В. Т. Данковцев, В. В. Лукьяненко. – Заявлено 15.06.2010; Опубл 10.11.2011г.

Ключові слова: взаємне навантаження, асинхронний двигун, енергозбереження, статичний перетворювач.

Ключевые слова: взаимная нагрузка, асинхронный двигатель, энергосбережения, статический преобразователь.

Keywords: mutual load, asynchronous motor, energy saving, static converter.

Рецензенти:

проф., д.т.н., А. Б. Бойнік,
проф., д.т.н., А. М. Муха.

Надійшла до редколегії 15.10.2019.

Прийнята до друку 28.10.2019.