

КЕРУВАННЯ УСТАНОВКОЮ ДЛЯ НАВАНТАЖУВАЛЬНИХ ВИПРОБУВАНЬ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЧАСТОТИ

Вступ. Потреба покращення якості продукції через застосування передових технологій та модернізації виробництва призвела до розширення сфери застосування регульованого електроприводу змінного струму. Це викликає зростання обсягів використання силових перетворювачів частоти. При цьому є необхідними тестові навантажувальні випробування перетворювачів на стадії розробки нових типів і під час серійного виробництва.

Зазвичай при випробуваннях реалізацію потрібних навантажень перетворювачів забезпечують електромашинні агрегати, до складу яких входять дві електричні машини (рис. 1). Інший новітній спосіб полягає в тому, що навантаження випробуваного перетворювача здійснюється підключенням до нього перетворювачем частоти, який імітує властивості електричного двигуна. При цьому завдяки вилученню із процесу випробувань двох електричних машин отримуємо покращені техніко-економічні показники внаслідок відсутності необхідності мати широкий спектр електричних машин, зниження втрат електроенергії, зменшення потреб у площі для розташування обладнання, зниження рівня генерованого шуму.

Аналіз попередніх досліджень. Розгляд питань навантажувальних випробувань за допомогою навантажувального перетворювача частоти без застосування електромашинних агрегатів ґрунтовно здійснено в [1], [2]. Але на основі зробленого аналізу визначено, що потребують подальших досліджень питання реалізації дискретних математичних моделей двигунів змінного струму, які безпосередньо можна використовувати при програмуванні мікропроцесорного контролера, керуючого навантажувальним перетворювачем. Також необхідно визначити умови узгодженого функціонування двох безпосередньо з'єднаних перетворювачів частоти. Це стосується питань синхронізації роботи перетворювачів та співвідношення частот широтно-імпульсної модуляції.

Важливим моментом є також реалізація дискретного регулювання фазних струмів випробуваного перетворювача. Крім того, слід виконати дослідження щодо параметрів дроселів силового кола, з'єднуючого два перетворювача частоти (рис. 1).

Частина відзначених задач вирішено в процесі виконаних досліджень, що знайшло відображення в публікаціях [3 - 6]. Виконані розробки дозволили реалізувати керування навантажувальною установкою й провести експериментальні дослідження навантажувальних випробувань перетворювачів частоти.

Отже, **метою роботи** є узагальнення отриманих результатів щодо реалізації керування експериментальною установкою для навантажувальних випробувань перетворювачів частоти.

Матеріал і результати дослідження. Установку для навантажувальних випробувань перетворювачів частоти реалізовано у відповідності до функціональної схеми, зображеної на рис. 1. В установці випробуваний перетворювач частоти безпосередньо з'єднано з навантажувальним перетворювачем через фазні дроселі L1 - L3. При цьому для здійснення процесу навантаження відпадає потреба в електромашинному агрегаті.

Для реалізації керування навантажувальним перетворювачем забезпечено вимірювання фазної напруги на виході випробуваного перетворювача за допомогою датчиків TV. Інформацію щодо струму в силовому колі надають датчики ТА. Враховуючи імпульсний характер напруги на виході перетворювача частоти та наявність пульсацій у фазних струмах, сигнали з датчиків TV та ТА обробляє пристрій вимірювань, який забезпечує отримання цифрової інформації щодо середніх значень фазних напруги \bar{u}_s та струму \bar{i}_s .

На підставі величин фазної напруги випробуваного перетворювача мікропроцесорний контролер розраховує значення фазних струмів, які мусить забезпечити

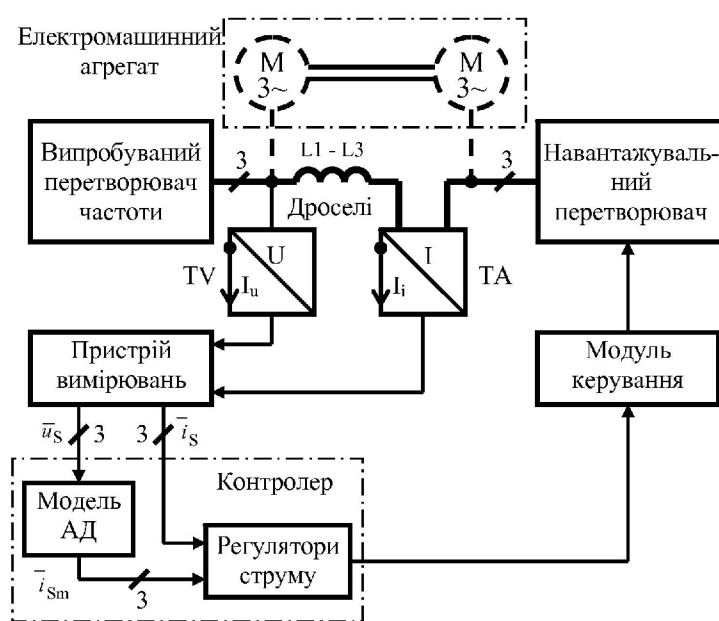


Рис. 1. Функціональна схема навантажувальної установки

навантажувальний перетворювач. Для цього в контролері реалізовано цифрову модель асинхронного двигуна АД у відповідності зі структурною схемою, наведеною на рис. 2. При розрахунках бажаних величин фазних струмів \bar{i}_{sm} враховується електромагнітна інерційність силового кола за допомогою ланок $W_{ui\alpha}$ і $W_{ui\beta}$, а також зворотний вплив на величину струмів у функції кутової швидкості та змінювання потокозчеплення двигуна. Останнє відтворено за допомогою d-q-моделі в обертовій системі координат. При цьому в моделі передбачено врахування навантаження двигуна.

Дискретну математичну модель АД розроблено на підставі можливості врахування властивостей перетворювача частоти за допомогою ідеальних імпульсних елементів, що доведено в [3]. Обґрунтування дискретної d-q-моделі асинхронного двигуна надано в [4], а експериментальні дослідження стосовно її адекватності – в [5].

В функції бажаних струмів випробуваного перетворювача здійснено керування навантажувальним перетворювачем. Цю задачу вирішено шляхом реалізації цифрових регуляторів фазних струмів (рис. 1). Питання регулювання струму детально розглянуто в [6].

Отже, навантажувальний перетворювач забезпечує середні значення фазних струмів у функції напруги на виході випробуваного перетворювача. Змінення струму є подібними до процесів, які мають місце при підключенні до перетворювача частоти реального асинхронного двигуна. Тобто, фактично здійснено імітацію властивостей двигуна.

На підставі функціональної схеми (рис. 1) створено експериментальну навантажувальну установку та здійснено низку експериментів, якими встановлено нормальне функціонування прототипу навантажувальної установки. Характерні результати досліджень надано на рис. 3, які підтверджують підвищення рівня фазних струмів \bar{i} , таким чином, збільшення навантаження випробуваного перетворювача при збільшенні завдання на момент навантаження у моделі асинхронного двигуна.

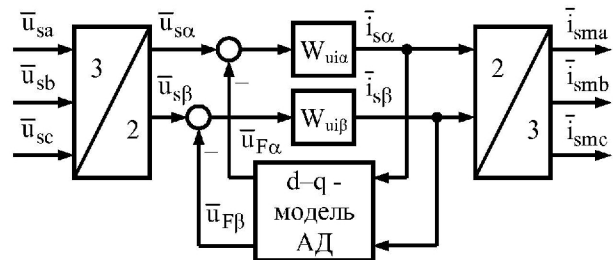


Рис. 2. Структурна схема моделювання струмів асинхронного двигуна

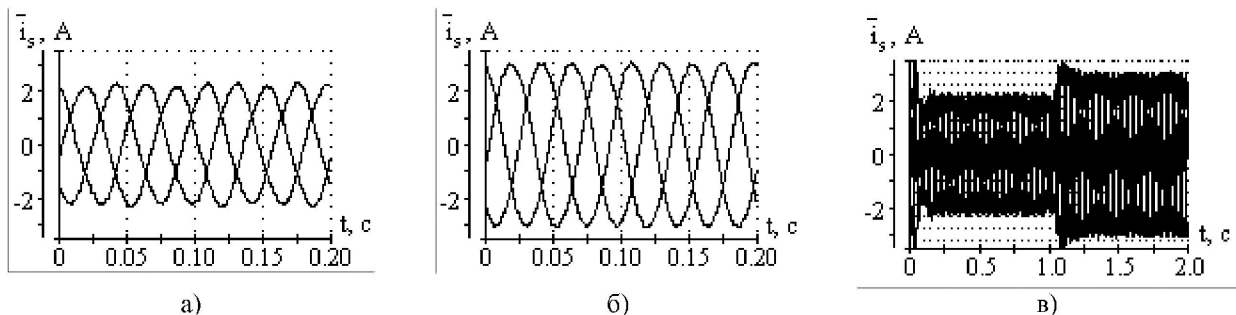


Рис. 3. Часові діаграми фазних струмів в стаціонарному режимі при різних рівнях навантаження (а, б) та в динамічному режимі при накиді навантаження (в).

Висновки. На основі виконаних теоретичних розробок та їх практичної реалізації доведено, що можливо здійснювати навантажувальні випробування перетворювачів частоти без використання електромашинних агрегатів за допомогою навантажувального перетворювача частоти з відповідним способом керування, який забезпечує імітацію властивостей асинхронного двигуна.

Література

1. Trabelsi S., Schumacher W., Tolksdorf A. Design of a Real-Time Load Simulator Based on an In-Parallel Connected PWM Voltage Source Converter Structure // 9th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE2001, Austria, Graz, 27 - 29 August 2001). - 9 p.
2. Trabelsi S. Umrichterprüfung mit Hardware-in-the-Loop und Einsatz einer neuartigen schnellen überschwingungsarmen Leistungsendstufe. – Düsseldorf: VDI Verlag, 2004. – 184 S.
3. Starostin S., Perederiy O. Discrete-Time Model of Voltage Source Inverter and Its Application // 5th International Conference “Compatibility in Power Electronics” (CPE2007, Poland, Gdansk, 29 May – 1 June 2007). - 6 p.
4. Старостін С.С. Передерій О.В. Дискретна математична модель асинхронного двигуна // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. – Кременчук: КДПУ, 2007. – Вип. 1/2007. – С. 53 - 56.
5. Передерій О.В. Експериментальні дослідження адекватності дискретної математичної моделі асинхронного двигуна // Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КДПУ, 2008. – Вип. 3/2008. Част. 2. – С. 175 - 178.
6. Starostin S., Perederiy O. Current Control of a Voltage Source Inverter at the Load Testing of Frequency Converters // 2008 IEEE International Symposium on Industrial Electronics (ISIE2008, United Kingdom, Cambridge, 30 June – 2 July 2008). - Pp. 390-392.