

УДК 621.314.572 : 621.313.33

Б.Т. Кононов¹, Б.Г. Любарський², Н.М. Куравська¹¹ Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків² Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ БЕЗРЕДУКТОРНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА СИСТЕМИ ОБЕРТАННЯ АНТЕНИ РЛС

В статті наведені результати моделювання роботи безредукторного електроприводу антени РЛС на базі дугостаторного асинхронного електричного двигуна.

Ключові слова: імітаційна модель асинхронного двигуна, частотно-керуємий електропривід, дугостаторний асинхронний двигун з короткозамкненим ротором.

Вступ

Імітаційна модель електропривода системи обертання антени РЛС – це логіко-математичний опис об'єкту, який може бути використаний для експериментування на комп'ютері в середовищі Matlab в цілях проектування, аналізу і оцінки його функціонування. Імітація процесів, що відбуваються в безредукторному електроприводі, дозволяє визначитися з суттю явищ, які мають місце, вдаючись до експериментів на реальному об'єкті.

Аналіз літератури. Імітаційна модель частоти керуемого електроприводу системи обертання антени РЛС на базі дугостаторного асинхронного електричного двигуна описується в [1]. Модель побудована на базі результатів досліджень, викладених в [2 – 4]. Схема моделі електроприводу системи обертання РЛС з частотно-керуєним дугостаторним електричним двигуном наведена на рис. 1.

Мета статті: з'ясування особливостей роботи електроприводу в режимах пуску й стабілізації частоти обертання та підтвердження можливості реалізації дугостаторного асинхронного електричного двигуна в якості електроприводу антени РЛС.

Результати досліджень

Живлення електричного двигуна потужністю 7 кВт, який використовується в якості електроприводу, здійснюється трифазною змінною напругою, частота якої дорівнює 2,25 Гц. Ця частота отримується в безпосередньому перетворювачі частоти, який складається з трифазного випрямляча, що живиться частотою 50 Гц, та інвертора, який працює за законом просторово векторної широтно-імпульсної модуляції. Для визначення характеру зміни напруги використовується блок Fourier, а амплітудне значення першої гармоніки напруги виводиться на RMS Vab Voltage.

Для визначення діючих значень статорних (i_s) та роторних (i_r) струмів використовується блок Fourier 2. В процесі пуску двигуна максимальне зна-

чення струму статора дорівнює 76 А, яке досягається через 0,16 с від початку пуску (рис. 2). В подальшому статорний струм зменшується і його амплітуда становить 60 А, частота дорівнює 1,33 Гц.

Максимальне значення струму ротора в процесі пуску дорівнює 15,7 А і досягається через 0,07 с з моменту пуску. Під час пуску перша гармоніка роторного струму має частоту 0,5 Гц й амплітуду 5 А. Крім того, спостерігається вища гармоніка роторного струму частотою 5 Гц та амплітудою 1 А.

Частота обертання під час пуску зростає до 3,31 об/хв, а потім після 0,51 с знижується до 2,8 об/хв й після першої секунди дорівнює 3 об/хв. (рис. 3). В встановленому режимі коливання частот дорівнює 0,06 об/хв. Електричний момент під час пуску досягає максимального значення 2050 Нм через 0,08 с (рис. 3), а в встановленому режимі електромагнітний момент є функцією, що має постійну складову, яка дорівнює 851 Нм та змінну складову, що дорівнює 400 - 450 Нм.

Часові діаграми, що пояснюють процес зміни напруги під час пуску, наведені на рис. 4.

Під час пуску двигуна зі зростанням швидкості обертання електромагнітний момент зростає, потім з'являється коливання, далі встановлюється більш-менш сталий режим.

Моделювання процесу пуску асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором здійснюється з використанням бібліотеки Sim Power Systems. Основу моделі (рис. 1) складає блок Asynchronous Machine SI Units. В блоці ASM Measurement Demux визначається кутова швидкість обертання ротора та електромагнітний момент. Блок Speed Moment використовується для отримання графічних залежностей частоти обертання ротора та електромагнітного моменту залежно від часу. Результати моделювання свідчать про те, що при пуску двигуна без навантаження на валу спочатку виникають суттєві коливання моменту. При завершенні перехідного процесу відбувається стрибок моменту і спостерігається зменшення частоти обертання ротора.

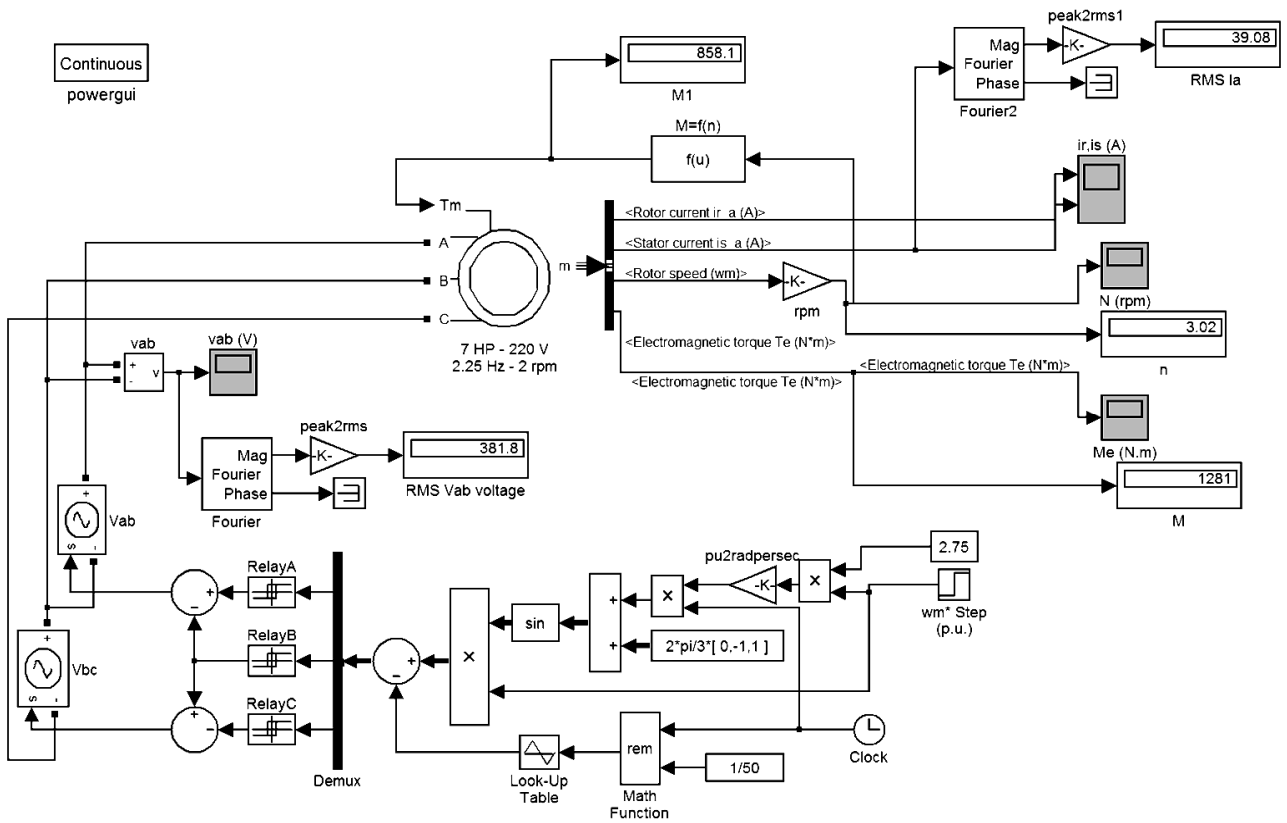


Рис. 1. Схема імітаційної моделі

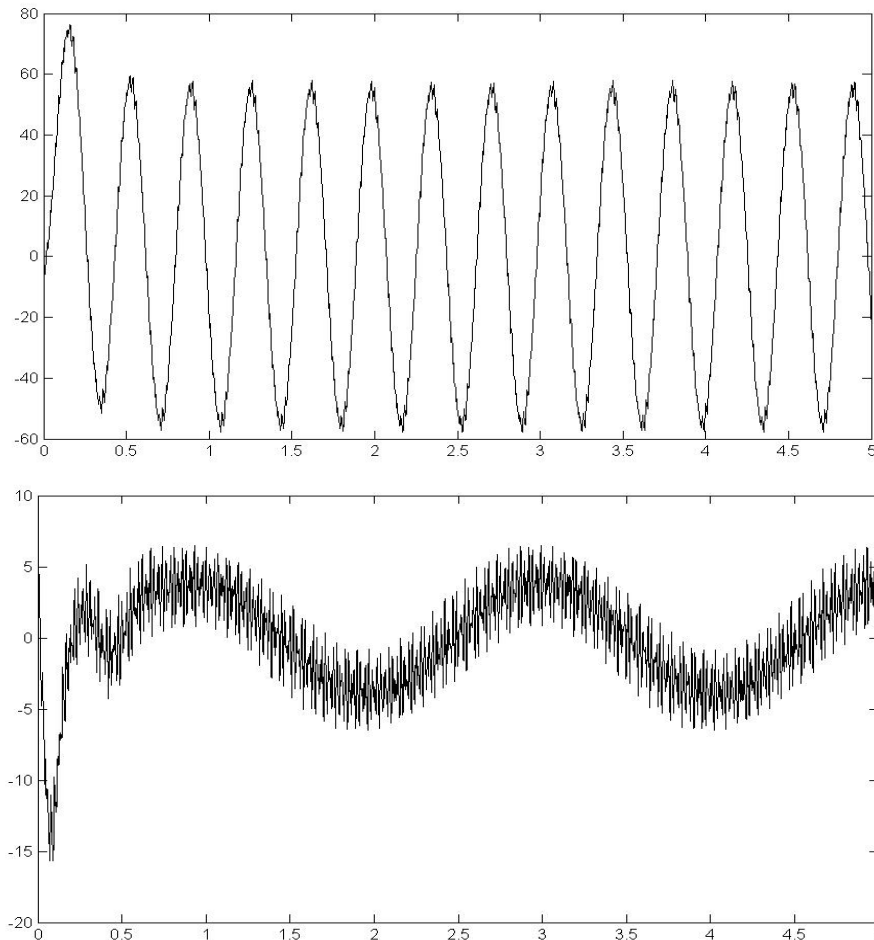


Рис. 2. Часові діаграми зміни струмів статора i_s та ротора i_r

В імітаційній моделі передбачена можливість зміни таких параметрів двигуна як потужність, напруга, частота, активний опір статорного та роторного кола, індуктивність статорного та роторного кола, взаєміндуктивність, момент інерції, момент опору, кількість пар полюсів, умови зовнішнього середовища (температура та вологість повітря, що охолоджує), матеріал магнітопроводу статора, конструкція «білячої клітки» ротора.

Перевірка роботи імітаційної моделі електроприводу під час пуску двигуна дає підстави стверджувати, що параметри двигуна були розраховані вірно, а модель працює нормально.

Отримані значення статорних та роторних струмів співпадають з їх розрахунковими значеннями для режимів неробочого ходу та номінального навантаження.

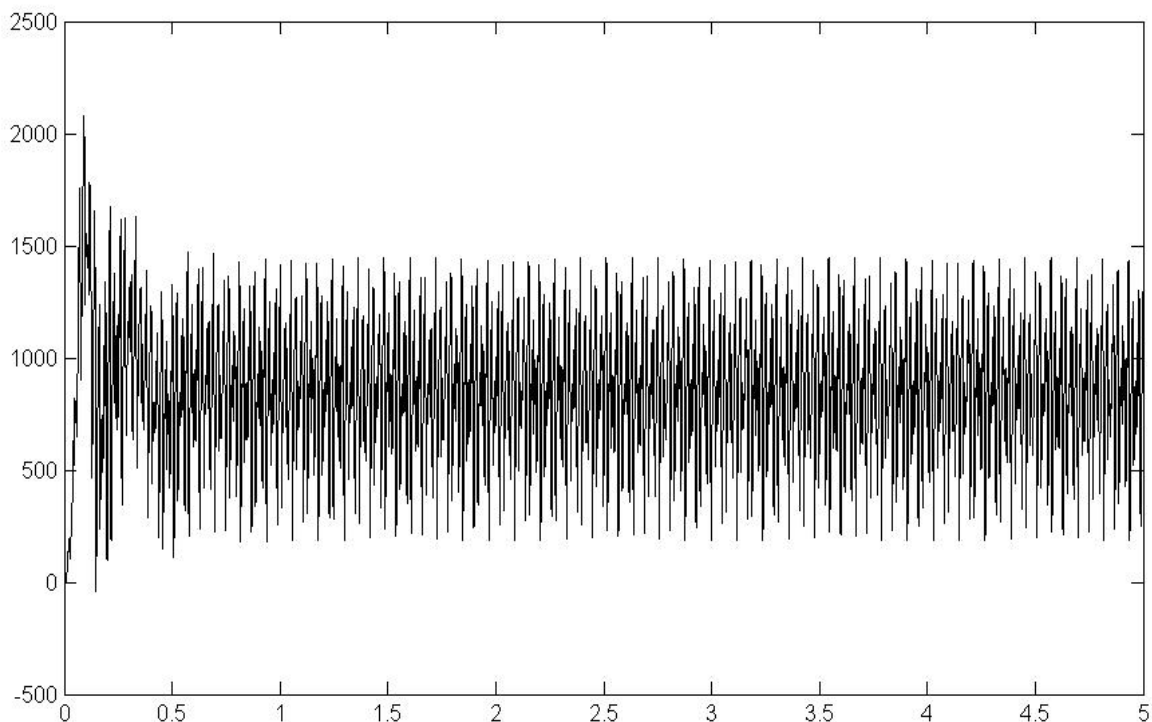
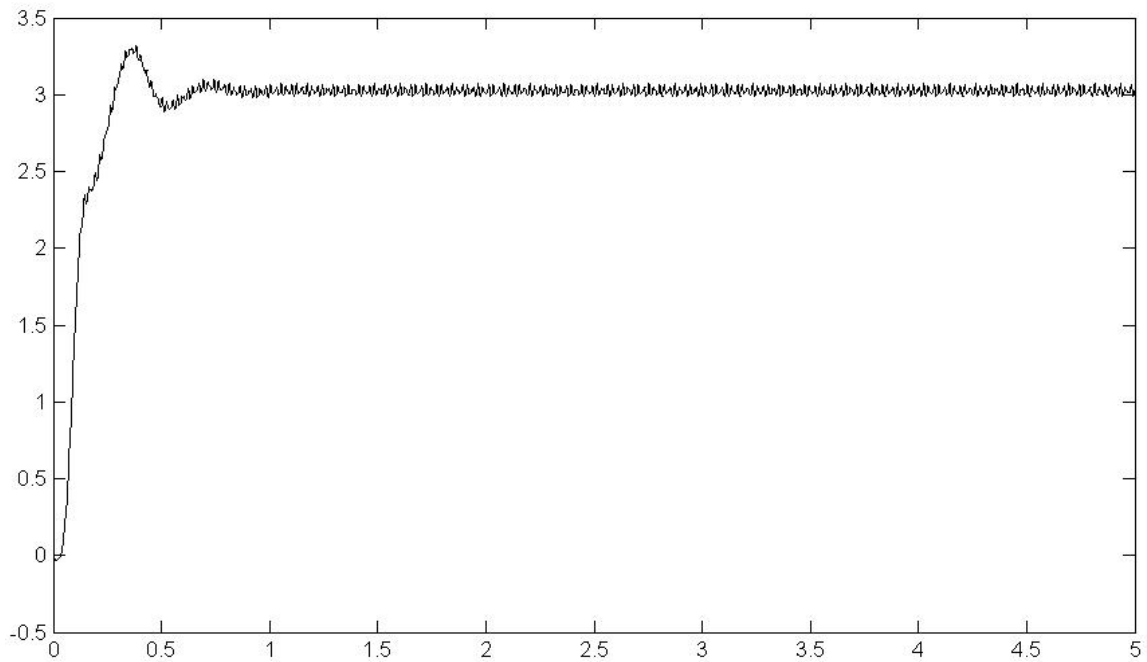


Рис. 3. Часові діаграми зміни частоти обертання та електромагнітного моменту під час пуску двигуна

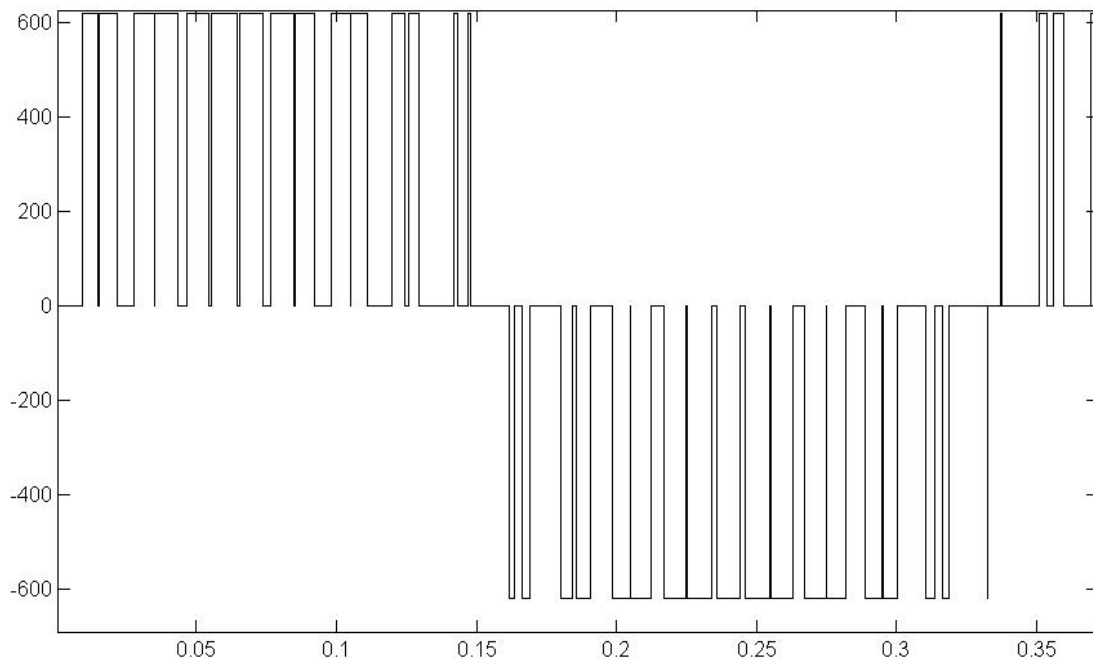


Рис. 4. Часові діаграми зміни напруги двигуна під час пуску двигуна

Висновки

1. Моделювання роботи електроприводу дає підстави стверджувати, що без редукторний електропривід антени РЛС на базі дугостаторного асинхронного електричного двигуна з короткозамкненим ротором може бути реалізований.

2. За результатами розрахунків, виконаних під час розробки імітаційної моделі для системи обертання антени РЛС 80К6 (79К6), потужність двигуна повинна дорівнювати 7,0 кВт, його зовнішній діаметр повинен бути рівним 2,29 м, внутрішній діаметр дорівнювати 1,7 м, довжина ротора 0,95 м.

Список літератури

1. Кононов Б.Т. Система управління електроприводом антени радіолокаційної станції / Б.Т. Кононов, Н.М. Куравська // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2016. – № 1 (5). – С. 133-136.

2. Линейная динамическая модель асинхронного двигателя с векторным управлением / Е.М. Потапенко, Е.В. Дуцинова, А.Е. Казурова, С.Г. Деев // Электротехника та електроенергетика. – 2010. – № 2. – С. 25-36.

3. Кононов Б.Т. Розрахункові співвідношення для визначення кидків струмів та провалів напруги при пуску дугостаторного асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором / Б.Т. Кононов, Н.М. Рябуха // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2015. – № 2 (19). – С. 132-136

4. Кононов Б.Т. Визначення електромагнітного моменту дугостаторного асинхронного електричного двигуна з короткозамкненим ротором / Б.Т. Кононов, Н.М. Рябуха, В.М. Уваров // Система озброєння і військова техніка. – 2015. – № 2(42) – С. 109-112

Надійшла до редколегії 18.05.2016

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.М. Більчук, Харківський національний університет Повітряних Сил імені І. Кожедуба, Харків.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ БЕЗРЕДУКТОРНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА СИСТЕМЫ ВРАЩЕНИЯ АНТЕННЫ РЛС

Б.Т. Кононов, Б.Г. Любарский, Н.М. Куравская

В статье описываются результаты моделирования работы безредукторного электропривода антенны РЛС на базе дугостаторного асинхронного электродвигателя

Ключевые слова: имитационная модель асинхронного двигателя, частотно-управляемый электропривод, дугостаторный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором.

SIMULATION OF GEARLESS ELECTRIC DRIVE SYSTEM OF ROTATION RADAR ANTENNA

B.T. Kononov, B.G. Lubarsky, N.M. Kuravska

The paper describes the simulation results of gearless electric antenna radar-based stator asynchronous electric motor

Keywords: simulation model of induction motor, variable frequency electric drive, stator asynchronous motor with a squirrel rotor.