

Барашенко Я.О., магістр гр. ЕС-14м, Власюк Н.М., магістр гр. ЕС-14м,

Буров О.М., доц., к.т.н. – науковий керівник

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ ІМІТАЦІЇ ПОВЕДІНКИ ВІТРОТУРБІН НА БАЗІ РЕВЕРСИВНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Запорізька державна інженерна академія, кафедра ЕС

На сьогоднішній день системи імітації поведінки реальних вітротурбін (ІВТ) стали важливою складовою робіт, пов'язаних із дослідженням, розробкою і діагностуванням електрообладнання вітроенергетичних установок (ВЕУ) [1]. Так, відомі системи імітації розроблені на основі автоматизованого електроприводу (АЕП) як постійного [2], так і змінного струму [3]. Однак, більшість таких АЕП побудовані за нереверсивними схемами, а отже не дозволяють рекуперувати енергію гальмування двигуна зворотно до мережі живлення, а у випадку електроприводу постійного струму виникає також проблема неефективної імітації. Отже, на даний момент актуальним є застосування у ІВТ реверсивних схем електроприводів, що дозволить підвищити універсальність таких систем за рахунок імітації як пускових, так і гальмівних режимів роботи ВТ та покращити енергоефективність системи за рахунок здійснення рекуперації енергії у мережу живлення.

Дана робота присвячена дослідженню системи імітації на базі електроприводу постійного струму з реверсивним керуванням випрямлячем. Для цього було розроблено відповідну модель системи у середовищі MATLAB-Simulink на основі макроблоків бібліотеки SimPowerSystems. У якості показника ефективності досліджуваної системи було використано середнє значення інтегральної квадратичної похибки (δ).

На рис. 1 приведені результати моделювання поведінки ІВТ на базі нереверсивного (НКВ) (рис.1, б) і реверсивного (РКВ) (рис.1, в) випрямлячів при варіації значень швидкості вітрового потоку (рис.1, а). Очевидно, що система на базі НКВ не дозволяє адекватно імітувати поведінку вітротурбіни за рахунок неможливості імітації у повній мірі її гальмівних режимів. Похибка імітації ІВТ на базі РКВ за період моделювання склала 0.94 A^2 .

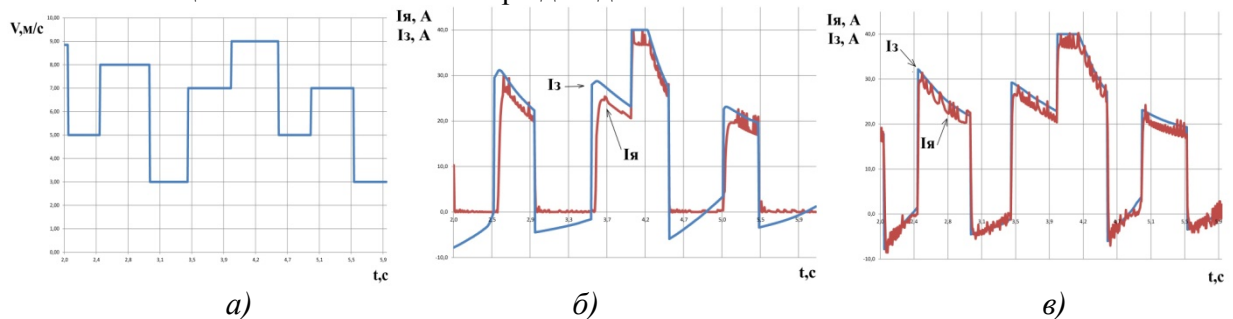


Рисунок 1 – Відпрацювання завдання за струмом якоря моделями ІВТ:

а) часова діаграма швидкості вітру; б) модель на базі НКВ; в) модель на базі РКВ

На подальших етапах було проаналізовано вплив імпульсного характеру струму збудження та варіацій сумісного способу управління на якість процесу імітації. Так, найменшу похибку ($\delta = 0.14 \text{ A}^2$) забезпечує використання ідеального джерела постійної напруги у колі збудження, при використанні одно- і трифазної схем перетворювачів величина похибки збільшується незначно і практично однакова для обох схем ($\delta = 0.2409 \text{ A}^2$ – для однофазної, $\delta = 0.2403 \text{ A}^2$ – для трифазної). Для оцінки ефективності сумісних способів управління було отримано залежність середньоквадратичної похибки імітації від суми кутів управління вентиляними комплектами (ВК) (рис.2). Ця залежність має наступні характерні діапазони:

1) $160 < \alpha_1 + \alpha_2 < 220$ – похибка майже не змінюється і має значення близькі до мінімального ($\delta = 0.12 \text{ A}^2$ при $\alpha_1 + \alpha_2 = 170$ ел. град.);

2) $160 > \alpha_1 + \alpha_2$ або $\alpha_1 + \alpha_2 > 220$ – похибка імітації різко збільшується та набуває неприпустимих значень.

Крім того, в роботі показана доцільність врахування для ефективної імітації махових мас, як вітротурбіни, так і електродвигуна імітатора. Отримано результуючий вираз для формування електромагнітного моменту завдання двигуна ІВТ. На рис.3 приведені перехідні процеси за кутовою швидкістю і за моментом імітації ІВТ без врахування махових мас та з їх урахуванням.

Таким чином, отримані в роботі результати можуть бути використані при проектуванні систем імітації з покращеними техніко-економічними показниками на основі реверсивного електроприводу постійного струму, а отримані моделі і методики досліджень – оптимізувати роботу такої системи. Загалом можна відмітити наступне: побудова ІВТ на основі реверсивного електроприводу постійного струму дозволяє значно підвищити ступінь адекватності процесу імітації за рахунок коректного відпрацювання гальмівних та пускових режимів ВТ; у колі збудження ІВТ доцільним є використання однофазної мостової схеми некерованого випрямляча, при цьому похибка імітації практично дорівнює похибці, що виникає при використанні трифазного мостового некерованого випрямляча, натомість однофазна схема менш складна та не потребує встановлення додаткового узгоджуючого трансформатора; при використанні сумісних способів управління вентильними комплектами РКВ суму кутів управління бажано обирати з діапазону від 160 до 220 ел. град; для забезпечення адекватності процесу імітації при створенні математичної моделі ІВТ необхідно враховувати динамічний механічний момент як самої ВТ, так і електродвигуна імітуючої системи.

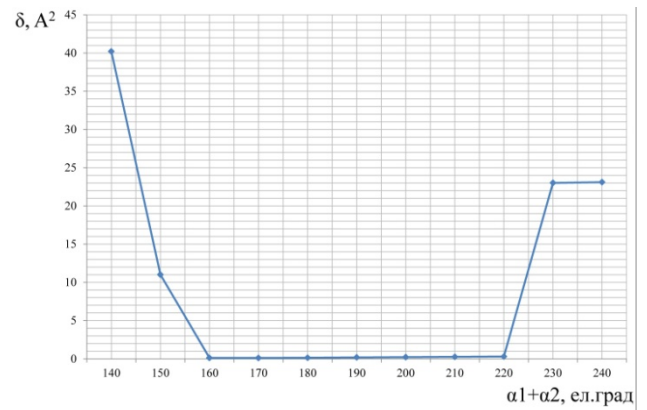


Рисунок 2 – Залежність середньоквадратичної похибки імітації від суми кутів управління ВК

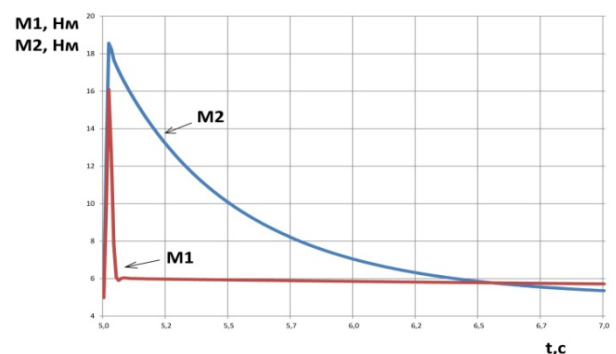
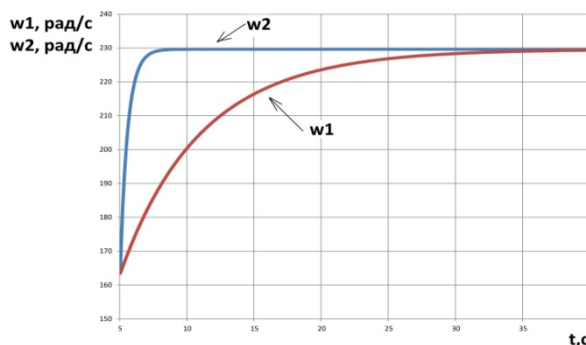


Рисунок 3 – Перехідні процеси систем імітаторів:

- а) за швидкістю(w1 - у системі з урахуванням динаміки; w2 – у системі без врахування махових мас);
б) за моментом імітації: M1 – з урахуванням динаміки; M2 – без урахування динаміки

Література:

1. Узагальнена структура систем імітації поведінки вітротурбін / Алексєєв О.Г., Буров О.М. // Матеріали 15 НТК студентів, магістрантів, аспірантів і викладачів ЗДІА. Ч. 3. – Запоріжжя: ЗДІА, 2010. – С.64.
2. Monfared M. Static and dynamic wind turbine simulator using a converter controlled DC motor / M. Monfared, H.M. Kojabadi, H. Rastegar // Renewable Energy. – 2008. – vol.33. – P. 906-913.
3. Neammanee B. Development of a wind turbine simulator for wind generator testing / B. Neammanee, S. Sirisumrannukul, S. Chtratana // International Energy Journal/ – 2007. – Vol. 8. – P.21-28.