

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ЧАСТОТИ ЕНЕРГОСИСТЕМИ НА ПАСПОРТНІ ДАНІ АСИНХРОННИХ ГЕНЕРАТОРІВ ВІТРОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ

Шевченко І.С., аспірант, Денисюк П.Л., к.т.н., доцент

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра відновлюваних джерел енергії

Вступ. Зміна частоти в електроенергетичній системі впливає на режими роботи асинхронних генераторів вітрової електричної станції.

Мета роботи. Визначення впливу зміни частоти напруги електроенергетичної системи (ЕЕС) на режими роботи асинхронних генераторів (АГ) вітрової електричної станції (ВЕС).

Матеріали і результати досліджень. Для аналізу впливу частоти напруги ЕЕС на режими роботи асинхронних генераторів використаємо статичну модель асинхронної електричної машини, активну P_i і реактивну Q_i потужність якої можна описати рівняннями [1, 2]:

$$P_i = U_j^2 \frac{\beta(s)}{\alpha(s)^2 + \beta(s)^2},$$
$$Q_i = U_j^2 \frac{\alpha(s)}{\alpha(s)^2 + \beta(s)^2},$$

де: U_j – модуль напруги вузла j ЕЕС підключення асинхронної машини;

$\alpha(s) = x_s'' + \frac{N}{1+s^2T_1^2} + \frac{M}{1+s^2T_2^2}$; – реактивна складова повного опору асинхронної машини в функції ковзання;

$\beta(s) = \frac{sNT_1}{1+s^2T_1^2} + \frac{sMT_2}{1+s^2T_2^2}$; – активна складова повного опору асинхронної машини в функції ковзання;

s – ковзання ротора АГ в функції частоти:

$$s = s - \Delta s,$$

де: $\Delta s = 1 - \frac{f_1}{f_n}$ – коефіцієнт, який враховує зміну частоти f_1 по відношенню до номінальної f_n ;

x_s'' , N , M , T_1 , T_2 – параметри заступної схеми АГ, визначені з використанням методики [2] за паспортними даними для номінальної частоти 50 Гц.

Заданося режимом АГ, коли момент вітрової турбіни (ВТ) описується незалежною величиною для частоти 50 Гц

$$m_0(s) = 1.$$

В якості прикладу були розраховані режими АГ потужністю 1600 кВт (4А3М-2500/6000УХЛ4), параметри заступної схеми якого визначені з використанням методики [2] на основі паспортних даних.

Результати розрахунку параметрів заступної схеми АГ для частоти 50 Гц показані в таблиці 1.

На рис. 1 показані розраховані в Mathcad, для 50 Гц і 49 Гц, графіки залежності активної потужності $P(s)_{f=50.0}$, $P_1(s)_{f=49.0}$, повного

струму $I(s)_{f=50.0}$ $I_1(s)_{f=49.0}$ і моменту опору $m_0(s)$ в функції ковзання.

Таблиця 1 – Параметри заступної схеми асинхронної машини

Параметри	x_s''	N	M	T_1	T_2
Значення	0.2	5.28	0.02	653.8	0.521

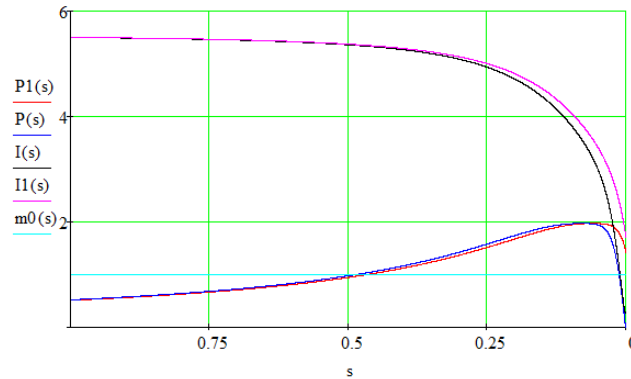
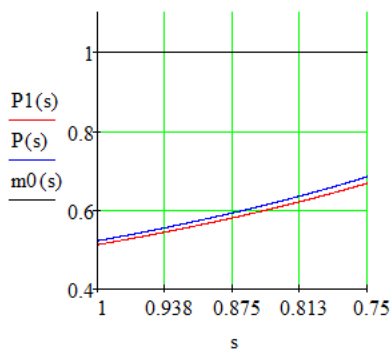
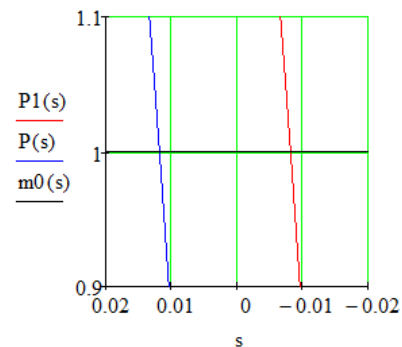


Рисунок 1 – Графіки залежності активної потужності $P(s)_{f=50.0}$ $P_1(s)_{f=49.0}$, повного струму $I(s)_{f=50.0}$ $I_1(s)_{f=49.0}$ і моменту опору $m_0(s)$ асинхронної машини в функції ковзання

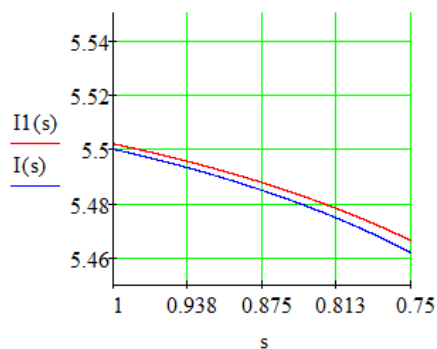


а

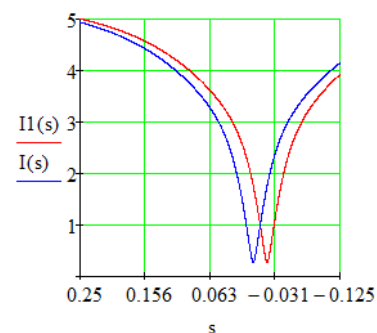


б

Рисунок 2, а, б – Зближені графіки залежності активної потужності $P(s)_{f=50.0}$, $P_1(s)_{f=49.0}$ і моменту опору $m_0(s)$ асинхронної машини в функції ковзання



а



б

Рисунок 3, а, б – Зближені графіки залежності повного струму $I(s)_{f=50.0}$ $I_1(s)_{f=49.0}$ асинхронної машини в функції ковзання

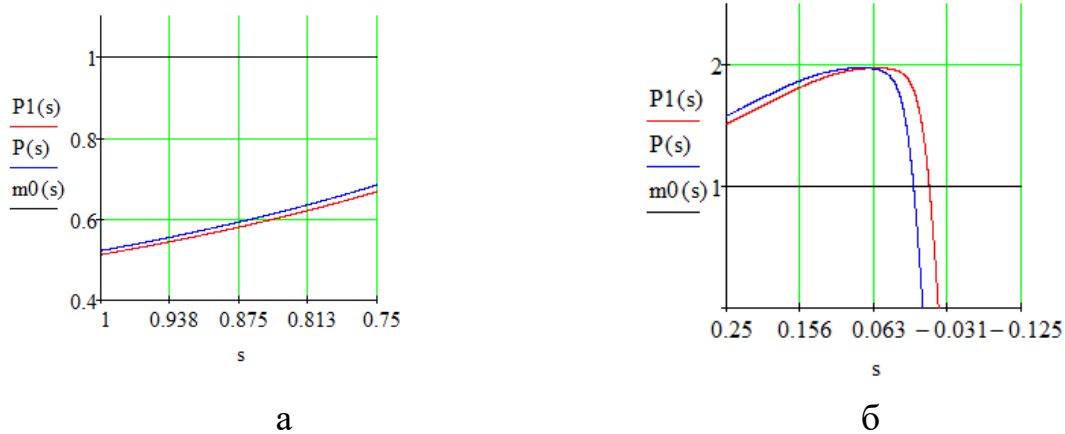


Рисунок 4, а, б – Зближені графіки залежності активної потужності $P(s)_{f=50.0}$, $P_1(s)_{f=49.0}$ і моменту опору $m_0(s)$ асинхронної машини в функції ковзання

Аналіз графіків активної потужності $P_1(s)_{f=49.0}$, повного струму $I_1(s)_{f=49.0}$ і моменту опору $m_0(s)$ асинхронної машини в функції ковзання дав можливість визначити паспортні дані АГ для частоти 49 Гц (таблиця 2).

Таблиця 2 – Паспортні дані АГ для частот 50 Гц (номінальна) і 49 Гц

Паспортні дані	Кратність пускового струму k_d	Кратність максимального моменту b_H	Кратність пускового моменту m_K	$\cos \phi$	Ковзання ротора s_H
Значення для 50 Гц	5.5	2.0	0.54	0.87	0.00533
Значення для 49 Гц	5.51	2.0	0.52	0.92	0.02533

З графіків видно, що паспортні дані асинхронної машини для частоти 49 Гц відрізняються від отриманих для номінальної, що вимагає уточнення параметрів заступної схеми x_s'' , N , M , T_1 , T_2 , за якими буде моделюватися режим АГ в умовах, коли частота напруги в ЕЕС відрізняється від номінальної.

Висновки по роботі. Модель асинхронної машини для частоти, що відрізняється від номінальної, вимагає уточнення коефіцієнтів в диференційних рівняннях, що описують перехідний процес електричної машини. Таке уточнення можна отримати, коли брати в якості паспортних даних електричної машини паспортні дані отримані по характеристиках для даної зміненої частоти. Алгоритм такий як і для 50 Гц. Методика уточнення режиму АГ для даної частоти вимагає відповідного перерахунку коефіцієнтів диференційних рівнянь, що описують перехідні процеси електричної машини.

Перелік посилань

1. Костерев Н.В. Моделирование и динамика атомных электростанций при возмущениях в энергосистеме / К.: Вицшак., 1986 - 168 с.
2. Костерев Н.В., Денисюк П.Л. Оценивание параметров асинхронной машины // Моделирование и расчет на ЦВМ режимов энергетических систем / К.: Наукова думка, 1977. – С. 66-75.