

МОДЕЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ МЕХАНІЗМІВ СИСТЕМИ ВЛАСНИХ ПОТРЕБ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СТАНЦІЇ ПРИ ЗМІНІ НАПРУГИ В ЕНЕРГОСИСТЕМІ

Кримняк І.І., магістрант, Денисюк П.Л., к.т.н., доцент

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра відновлюваних джерел енергії

Вступ. Аналіз режимів роботи механізмів системи власних потреб електричної станції, приводами яких, в основному, являються асинхронні двигуни, в умовах, які відрізняються від номінальних, дозволить забезпечити їх надійність шляхом настройки уставок релейного захисту та автоматики.

В роботі ставиться задача визначення впливу рівня напруги на секції власних потреб електричної станції на режим роботи асинхронного двигуна (АД), який являється приводом відцентрового насосу.

Метою роботи являється моделювання режимів роботи електроприводу живильного насосу при зміні напруги в системі власних потреб електричної станції з метою визначення зміни його продуктивності.

Матеріали і результати досліджень. Для вирішення поставленої задачі була використана статична модель асинхронної машини [1, 2], параметри якої визначаються за доступними з довідників паспортними даними електричних машин [2], що суттєво спрощує задачу підготовки вихідної інформації.

Матеріали і результати досліджень. Електромагнітний момент асинхронної машини, яка являється приводом механізму власних потреб, можна описати рівнянням [1, 2]:

$$P = U^2 \frac{\beta}{\alpha^2 + \beta^2},$$

де: U - модуль напруги вузла підключення асинхронного двигуна;

$\beta = \frac{sNT_1}{1+s^2T_1^2} + \frac{sMT_2}{1+s^2T_2^2}$; - активна складова повного опору асинхронної машини;

$\alpha = x_s'' + \frac{N}{1+s^2T_1^2} + \frac{M}{1+s^2T_2^2}$; - реактивна складова повного опору асинхронної машини;

s - ковзання ротора асинхронної машини;

x_s'' , N , M , T_1 , T_2 – параметри заступної схеми асинхронної машини, визначені за паспортними даними з використанням [2].

В якості прикладу розглянемо режим роботи живильного насоса з приводом від асинхронного двигуна блоку 300 МВт електричної станції.

Параметри двоконтурної заступної схеми асинхронного двигуна, визначені з використанням [2], показані в таблиці 1.

Таблиця 1 – Параметри заступної схеми асинхронного двигуна

Параметри	x_s''	N	M	T_1	T_2
Значення	0.181	4.41	0.385	279.0	3.96

Використаємо Mathcad, для побудови графіків залежності $P(s)_{U=1.0}$ для напруги $U=1.0$, $P_1(s)_{U=0.9}$ для напруги $U=0.9$ і моменту опору $m_0(s)$ в функції ковзання (рис. 1, 2).

Момент опору механізму, яким являється живильний насос, описується нелінійною залежністю

$$m_0 = b_0 + b_1(1 + s) + b_2(1 + s)^2,$$

де: b_0, b_1, b_2 – коефіцієнти, отримані методом найменших квадратів на основі типових механічних характеристик насосів.

Швидкість обертання ротора АД визначається ковзанням, що відповідає координаті s перетину характеристики електромагнітного моменту двигуна $P(s)$ і моменту опору механізму $m_0(s)$.

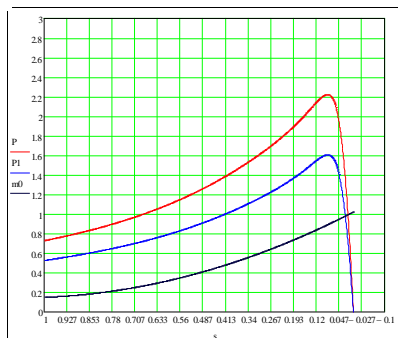


Рисунок 1 – Графіки $P(s)_{U=1.0}$, $P_1(s)_{U=0.9}$ і моменту опору $m_0(s)$ в функції ковзання

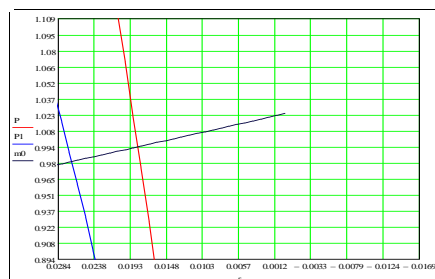


Рисунок 2 – Зближені графіки $P(s)_{U=1.0}$, $P_1(s)_{U=0.9}$ і моменту опору $m_0(s)$ в функції ковзання

Аналіз графіків (рис. 1, 2) показує, що ковзання ротора асинхронного двигуна для $U = 1.0$ становить $s_{U=1.0} = 0.0184$, а для $U = 0.9$ $s_{U=0.9} = 0.0264$.

Зовнішня характеристика відцентрового насосу в функції витрати може бути записана рівнянням

$$H(Q) = a + b(Q \frac{\omega_i}{\omega_n}) + c(Q \frac{\omega_i}{\omega_n})^2,$$

де: H - напорна виході відцентрового насосу;

Q - витрата відцентрового насосу;

$\omega = 1 - s$ - швидкість обертання ротора відцентрового насосу;

a, b, c - коефіцієнти, отримані методом найменших квадратів з використанням реальної характеристики відцентрового насосу $H(Q)$.

Характеристика гідравлічної мережі, на яку працює насос, може бути записана рівнянням:

$$m_0(Q) = H_{cm} + \xi Q^2,$$

де: H_{cm} - статичний тиск трубопроводу, на який працює насос;

ξ - коефіцієнт, що характеризує гідравлічний опір мережі, на яку працює насос.

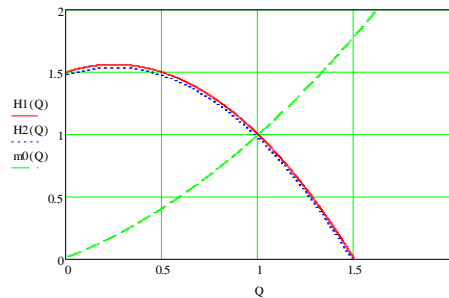


Рисунок 3 – Характеристика насосу $H_1(Q)_{U=1.0}$, $H_2(Q)_{U=0.9}$ і гідравлічної мережі $m_0(Q)$ в функції витрати

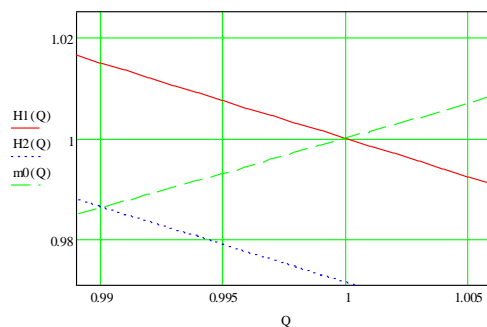


Рисунок 4 – Зближені характеристики насосу $H_1(Q)_{U=1.0}$, $H_2(Q)_{U=0.9}$ і гідравлічної мережі $m_0(Q)$ в функції витрати

Аналіз результатів розрахунку (рис. 4) показує, що витрата насосу для $U = 0.9$ становить $Q_{U=0.9} = 0.99$, що на 1.0 % менше від номінального режиму.

Розрахунки для $U = 0.95$ показали $Q_{U=0.95} = 0.994$, що на 0.6 % менше номінального.

Висновки: Зниження напруги в системі власних потреб викликає зменшення продуктивності насосів, що може вплинути на режим роботи основного обладнання електричної станції, такого як парогенератор.

Перелік посилань

1. Костерев Н.В. Моделирование и динамика атомных электростанций при возмущениях в энергосистеме / К.: Вицашк., 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.