

МОДЕЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ЖИВИЛЬНОГО НАСОСУ ПРИ ЗМІНІ НАПРУГИ В СИСТЕМІ ВЛАСНИХ ПОТРЕБ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СТАНЦІЇ

Крутенчук Д.Я., магістрант, Денисюк П.Л., к.т.н., доц.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра відновлюваних джерел енергії

Вступ. Аналіз режимів роботи механізмів в системі власних потреб електричної станції в умовах, які відрізняються від номінальних, дозволить провести заходи по підвищенню надійності роботи електричної станції (ЕС). В роботі ставиться задача аналізу впливу рівня напруги на секції власних потреб електричної станції на режими роботи гідравлічного насосу, приводом якого служить асинхронний двигун.

Метою роботи являється моделювання режимів роботи живильного насосу (ЖЕН) 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 асинхронного двигуна з двома короткозамкнутими контурами на роторі [2].

Зовнішня характеристика відцентрового насосу, яким являється ЖЕН, може бути описана рівнянням:

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

де: H – тиск на виході відцентрового насосу;

Q – витрата відцентрового насосу;

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

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

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

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

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

ζ – коефіцієнт, що характеризує гідравлічний опір мережі, на яку працює насос.

Активну потужність асинхронної машини, яка являється приводом механізму, можна описати рівнянням [1, 2]:

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

де: U_j - модуль напруги j вузла підключення асинхронного двигуна;

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

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

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

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

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

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

В якості прикладу було розглянуто циркуляційний насос з приводом від асинхронного двигуна ВДН 170-49/10 блоку 100 МВт електричної станції, параметри заступної схеми якого, показані в таблиці 1:

Таблиця 1 – Параметри заступної схеми асинхронного двигуна ВДН 170-49/10

Параметри	x_s''	N	M	T_1	T_2
Значення	0.169	3.8	0.113	741.0	4.899

Використовуючи Mathcad, побудуємо графіки 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 $m_o(s)$ в функції ковзання (рис. 1).

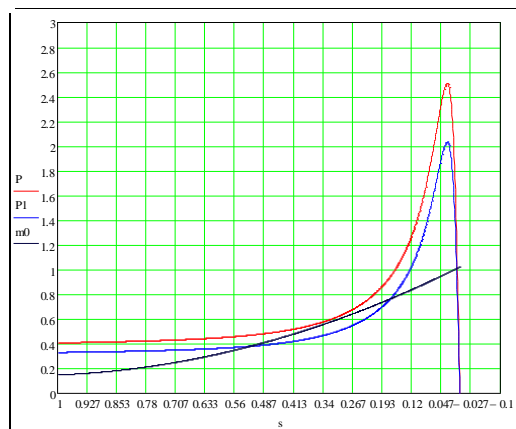


Рисунок 1 – Графік залежності активної потужності $P(s)_{U=1.0}$, $P_1(s)_{U=0.9}$ і моменту опору $m_o(s)$ в функції ковзання

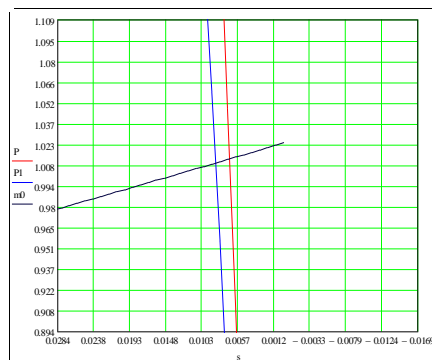


Рисунок 2 – Зближений графік залежності $P(s)_{U=1.0}$, $P_1(s)_{U=0.9}$ і моменту опору $m_o(s)$ в функції ковзання

Точки перетину кривих $P(s)_{U=1.0}$ і $P_1(s)_{U=0.9}3m_0(s)$ дають відповідну величину ковзання ротора асинхронного двигуна для напруги $U=1.0$ і $U=0,9$.

Побудуємо характеристики насосу для частоти обертання двигуна в режимі напруги $U=1.0$ і $U=0.9$.

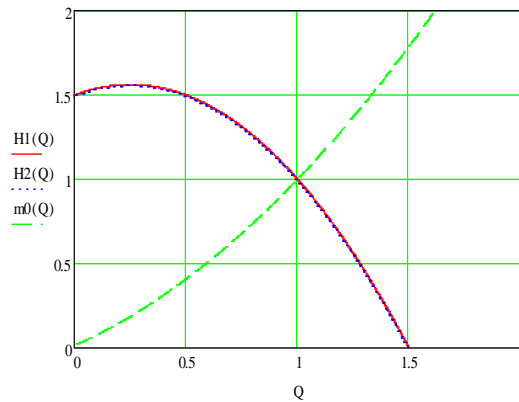


Рисунок 3 – Характеристика насосу $H_1(Q)_{U=1.0}$, $H_2(Q)_{U=0.9}$ і гідравлічної мережі $m_0(Q)$ в функції витрати

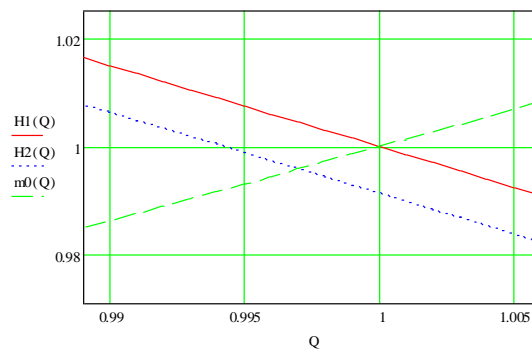


Рисунок 4 – Зближений графік характеристики насосу $H_1(Q)_{U=1.0}$, $H_2(Q)_{U=0.9}$ і гідравлічної мережі $m_0(Q)$ в функції витрати

Точки перетину кривих $H_1(Q)_{U=1.0}$, $H_2(Q)_{U=0.9}$ і $m_0(Q)$ дають величину витрати насосу для ковзання ротора асинхронного двигуна під напругою $U=1.0$ і $U=0,9$.

Висновки: Живильний насос втратив 0.3 % витрати води при зниженні напруги на 10 % на шинах підключення асинхронного двигуна, який являється його приводом. Аналогічні розрахунки для $U=0,95$ дали зменшення витрати насосу на 0.14 %.

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.