

# МОДЕЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ МЕХАНІЗМІВ СИСТЕМИ ВЛАСНИХ ПОТРЕБ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СТАНЦІЇ ПРИ ЗМІНІ ЧАСТОТИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ

Бакланов А.Ю., магістрант, Денисюк П.Л., к.т.н., доцент  
КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра відновлюваних джерел енергії

**Вступ.** Режим роботи основного обладнання електричної станції визначається режимом роботи механізмів системи власних потреб. Дослідження впливу частоти напруги електричної мережі електричної станції на режим роботи механізмів системи власних потреб, приводами яких, в основному, являються асинхронні двигуни (АД), дозволить приймати мотивовані рішення по проектуванню та експлуатації електричної частини станції в цілому.

**Мета роботи.** Моделювання впливу частоти в енергосистемі на режими роботи механізмів системи власних потреб електричної станції.

**Матеріали і результати досліджень.** Активну потужність асинхронної машини, яка являється приводом механізму, можна описати рівнянням [1, 2]:

$$P = U^2 \frac{\beta(f)}{\alpha(f)^2 + \beta(f)^2}$$

де:  $U$  – модуль напруги вузла підключення асинхронного двигуна;

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

$\beta(f) = \frac{sNT_1}{1+s(k_f)^2 T_1^2} + \frac{sMT_2}{1+s(k_f) T_2}$ ; – 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];

$s$  – ковзання ротора асинхронної машини, яке в функції частоти може бути описане рівнянням

$$s(k_f) = f(k_f) = s - k_f,$$

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

Для прикладу розглянемо режим, коли момент опору механізму описується нелінійною залежністю

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

де:  $b_0, b_1, b_2$  – коефіцієнти, отримані методом найменших квадратів на прикладі механічної характеристики насосу.

Зовнішня характеристика відцентрового насосу в функції витрати може

бути записана рівнянням

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

де:  $H(Q)$  - напір відцентрового насосу в функції витрати;

$Q$  - витрата відцентрового насосу;

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

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

Характеристика гідравлічної мережі, на яку працює насос, описується рівнянням

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

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

$\xi$  - коефіцієнт, що характеризує гідравлічний опір мережі, на яку працює насос.

В якості прикладу були визначені режими АД 6 кВ потужністю 2500 кВт для номінальної частоти і частоти 49 Гц.

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

Таблиця 1 – Параметри асинхронного двигуна 4А3М-2500/6000УХЛ4

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

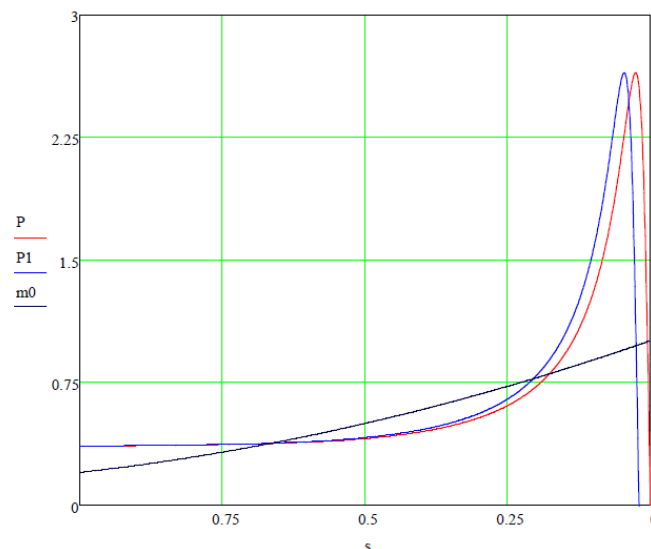


Рисунок 1 – Графіки залежності  $P(s)_{f=50.0}$ ,  $P_1(s)_{f=49.0}$  і моменту опору  $m_0(s)$  в функції ковзання

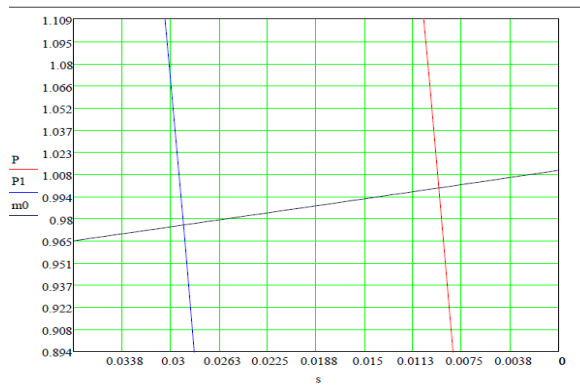


Рисунок 2 – Зближений графіки залежності  $P(s)_{f=50.0}$ ,  $P_1(s)_{f=49.0}$  і моменту опору  $m_0(s)$  в функції ковзання

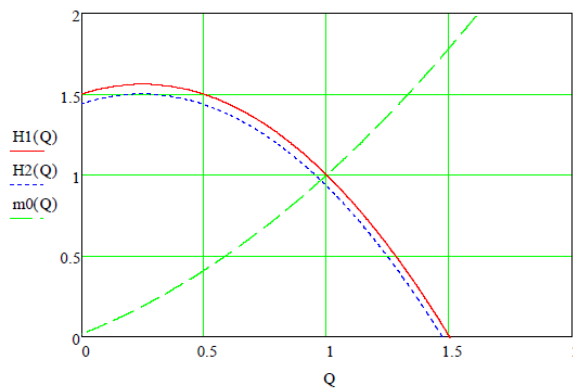


Рисунок 3 – Графіки залежності  $H_1(Q)_{f=50.0}$ ,  $H_2(Q)_{f=49.0}$  і гідравлічної мережі  $m_0(Q)$  в функції витрати

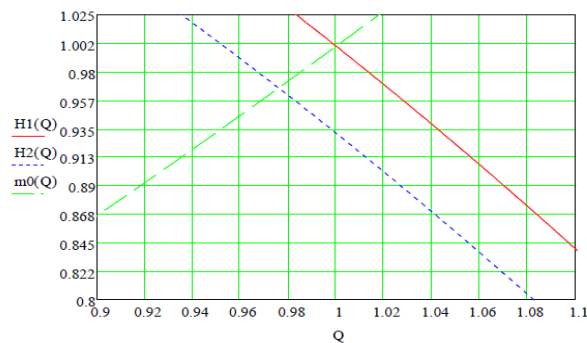


Рисунок 4 – Зближені графіки залежності  $H_1(Q)_{f=50.0}$ ,  $H_2(Q)_{f=49.0}$  і гідравлічної мережі  $m_0(Q)$  в функції витрати

Результати розрахунку  $Q_{1f=50.0} = 1.0$ ,  $Q_{2f=49.0} = 0.978$  показують, що витрата насоса для 49 Гц менша за номінальну на 2.2 %.

#### 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.