МОДЕЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ ДИМОСОСУ В СИСТЕМІ ВЛАСНИХ ПОТРЕБ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СТАНЦІЇ

Шевчук О.О., магістрант, Денисюк П.Л., к.т.н., доц.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра відновлюваних джерел енергії

Вступ. Здатність групи електродвигунів системи власних потреб електричної станції відновлювати нормальний режим роботи після збурення без втручання персонала дозволить прогнозувати поведінку обладнання в аварійних та післяаварійних режимах і тим самим оцінювати надійність роботи електричної станції вцілому.

Метою роботи являється моделювання режимів роботи асинхронних двигунів системи власних потреб електричної станції в аварійних режимах .

Матеріали і результати досліджень. Для вирішення поставленої задачі була використана модель асинхронного двигуна в формі ЕРС з двома короткозамкнутими контурами на роторі [1].

Ковзання ротора асинхронної машини s описується рівнянням:

$$T_j \frac{ds}{dt} = m_e - m_c, \tag{1}$$

де: $m_e = (-e''_q \cdot u_d + e''_d \cdot u_q) / x''_s$ – електромагнітний момент асинхронної машини;

$e''_d, e''_q, u_d, u_q -$ складові ЕРС та напруги в осях $d-q$ асинхронної машини;

$x''_s -$ надперехідний опір асинхронної машини;

$m_c = b_0 + b_1(1+s) + b_2(1+s)^2$ – момент опору приводного механізму асинхронного двигуна;

$b_0, b_1, b_2 -$ коефіцієнти отримані методом найменших квадратів на основі реальних характеристик механізмів в системі власних потреб станції.

Режим роботи ЕЕС в усталеному режимі визначається рівнями напруг у вузлах мережі, які залежать від потужності вузла, яка в свою чергу являється функцією напруги цього вузла.

Повна потужність *j*-го вузла ЕЕС

$$\dot{S}_j = P_j \pm jQ_j, \tag{2}$$

де: $P_j = \sum_{i=1}^{n_{ac}} P_i + P_{jcm}$ - активна складова повної потужності *j*-го вузла, яка включає сумарну активну потужність n_{ac} асинхронних, та статичне навантаження P_{jcm};

$Q_j = \sum_{i=1}^{n_{ac}} Q_i + Q_{jcm}$ - ректівна складова повної потужності *j*-го вузла, яка включає сумарну реактивну потужність n_{ac} асинхронних, машин та статичне навантаження Q_{jcm}.

Активна та реактивна потужність *i*-ї асинхронної машини *j*-го вузла описується рівняннями:

$$P_i = U_j^2 \frac{\beta}{\alpha^2 + \beta^2}; \tag{3}$$

$$Q_i = U_j^2 \frac{\alpha}{\alpha^2 + \beta^2}, \tag{4}$$

де: U_j - модуль напруги *j* вузла електричної мережі ЕЕС;

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

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

x_s'', N, M, T_1, T_2 – параметри асинхронної машини визначені за методикою [2].

Напруга *j*-го вузла електричної мережі в усталеному режимі описується рівнянням:

$$\dot{U}_j = \left(\frac{\dot{S}_j}{\tilde{U}_j} - \sum_{i=1}^{m} \dot{U}_k \frac{1}{z_{j-k}}\right) / \sum_{i=1}^{m} \frac{1}{z_{j-k}}, \tag{5}$$

де: $\dot{z}_{j-k}$ - повний опір мережі між вузлами *j* і *k*;

$\dot{U}_k$ - напруга *k*-го вузла, з яким має зв'язок вузол *j*;

m - кількість вузлів, з якими має зв'язок вузол *j*.

Модель мережі ЕЕС в перехідному режимі має вигляд:

$$\dot{U}_i = (\dot{E}_i \dot{y}_i + \dot{U}_j \dot{y}_{ij}) / (\dot{y}_i + \dot{y}_{ij} + \dot{y}_{iнав}), \tag{6}$$

де: $\dot{E}_i = \sum_{k=1}^{n} \frac{\dot{E}_k''}{\dot{z}_k}$ – еквівалентна ЕРС *i*-го вузла ЕЕС;

$\dot{y}_i = \sum_{k=1}^{n} \frac{1}{\dot{z}_k}$ – еквівалентна провідність *i*-го вузла;

n – кількість електричних машин *i*-го вузла;

$\dot{U}_j$ – напруга *j*-го вузла, з яким зв'язаний *i*-й вузол;

$\dot{z}_k = 0 + jx_s^{//}$ – опір *k*-ої асинхронної машини;

$\dot{E}_k^{//} = E_{+1} + jE_{+j}$ – ЕРС *k*-ої асинхронної машини в синхронних осях *+1, +j*.

$\dot{y}_{ij}$ – взаємна провідність мережі між вузлами *i-j*;

$\dot{y}_{інав}$ – еквівалентна провідність статичного навантаження *i*-го вузла, куди входить небаланс розрахунку усталеного режиму ЕЕС.

Статичне навантаження вузла енергосистеми може задаватися в вигляді $P, Q = const$, або $P, Q = f(U)$.

Комутації моделюються з використанням взаємної провідності $\dot{y}_{ij}$, а короткі замикання з використанням еквівалентної провідності навантаження вузла $\dot{y}_{інав}$.

Приклад. В якості прикладу було розраховано три перехідних режими на секції власних потреб блоку 300 МВт теплової електричної станції:

- трифазне кортке замикання (рис. 1) тривалістю $\Delta t = 0.13c;$
- перерва живлення (рис. 2) тривалістю $\Delta t = 1.5c;$
- перерва живлення (рис. 3) тривалістю $\Delta t = 3.0c.$

Складовою навантаження системи власних потреб використано електропривод димососу типу ДОД-28, 5ГМ.

Вихідні паспортні дані асинхронних двигунів і характеристик механізмів показані на рис. 1, 2, 3 біля кривих результатів розрахунку режимів.

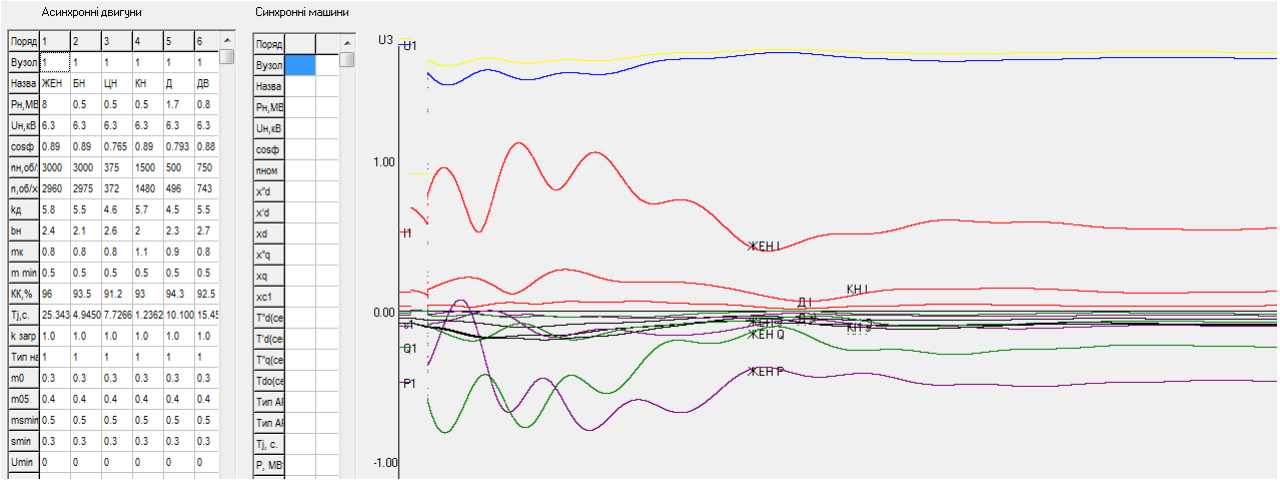

Рисунок 1 – Режим короткого замикання тривалістю $\Delta t = 0.13c.$

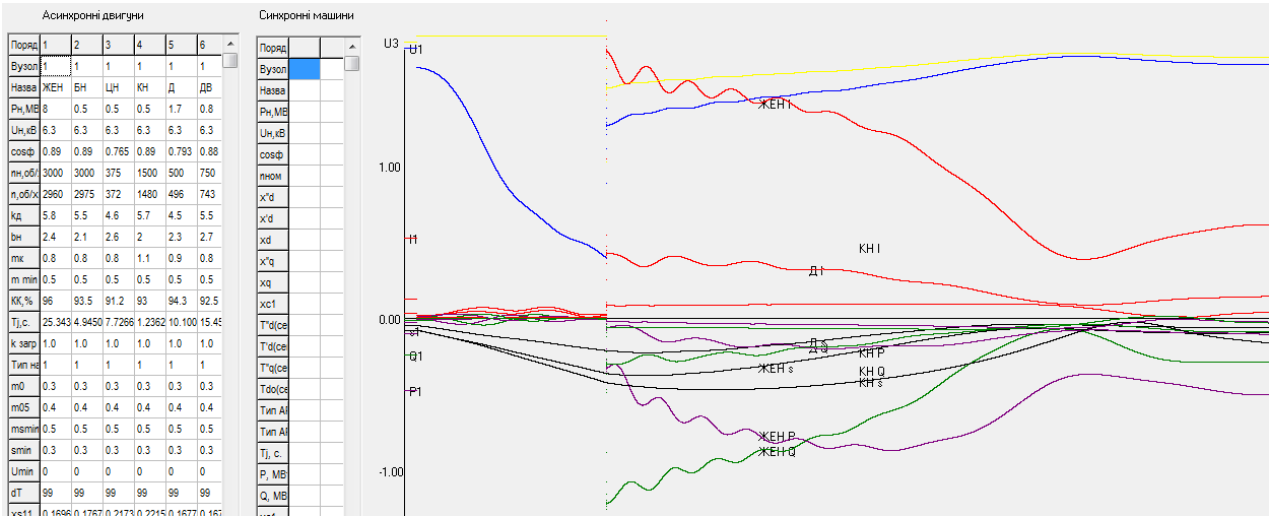

Рисунок 2 – Перерва живлення тривалістю $\Delta t = 1.5c;$

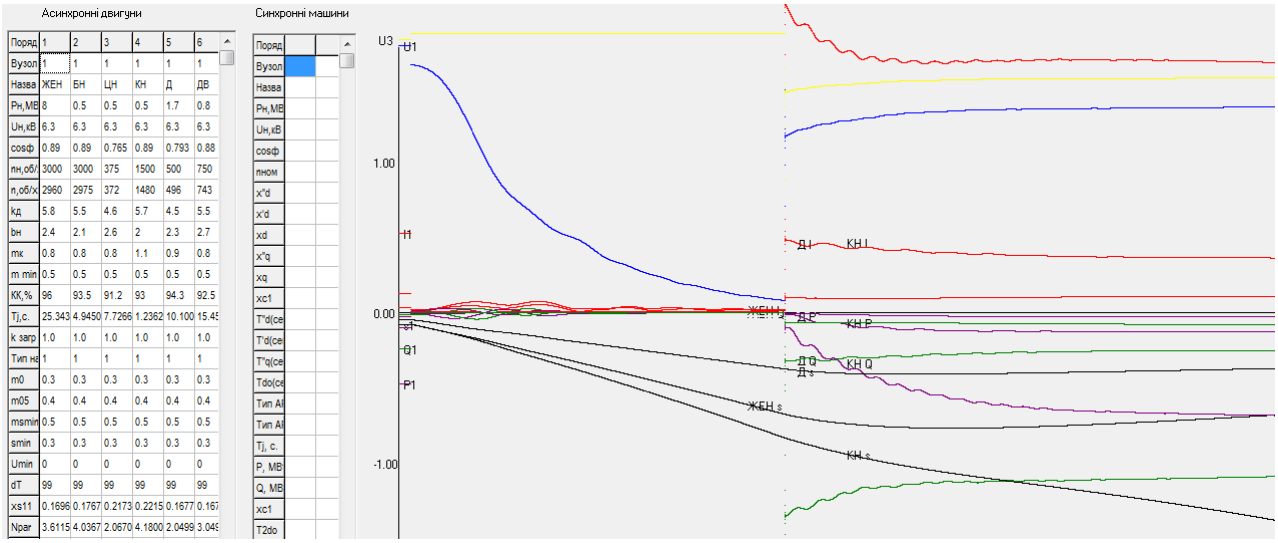

Рисунок 3 – Перерва живлення тривалістю $\Delta t = 3.0c.$

Висновок. Результати розрахунків показують що трифазне кортке замикання (рис. 1) на секції власних потреб блоку 300МВт не впливає на відновлення режиму після збурення коротким замиканням тривалістю $\Delta t = 0.13c.$

Перерва живлення (рис. 2) тривалістю $\Delta t = 1.5c.$ не впливає на успішність самозапуску. Режим самозапуску – успішний.

Перерва живлення (рис. 3) тривалістю $\Delta t = 3.0c.$ не забезпечує відновлення режиму. Режим самозапуску – не успішний.

Перелік посилань

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