

- якщо при послідовному зведенні матричної експоненти в k -ю ступінь справедливі наступні n нерівностей

$$|h_{ii}(k)| + \sum |h_{ij}(k)| < 1$$

тоді незбурений рух асимптотично стійке.

Висновок. Для оцінки ймовірності порушення стійкості рухового навантаження запропоновано застосування матричної експоненти, алгоритмічна реалізація якої простіше, ніж використання коренів характеристичного рівняння.

Перелік посилань:

1. Гуревич Ю.Е., Либова Л.Е., Хачатрян З.А., Устойчивость нагрузки электрических систем М.: энергоиздат, 1981.- 208с.
2. Гамм А.З. Обнаружение слабых мест в электроэнергетической системе./ А.З. Гамм., И.И. Голуб// Изв. АН СССР. энергетика и транспорт.- 1993.- №3. - С.83-92.
3. Марковим И.М. Режимы энергетических систем .- М.: энергия. 1969. 352с
4. Костерев Н.В. Моделирование и динамика атомных электростанций при возмущениях в энергосистеме. К.: Вища школа, 1986. - 168 с.
5. Костерев М.В. Питання побудови нечітких моделей оцінки технічного стану об'єктів електричних систем / М.В. Костерев. Є.І. Бардик. К.: НТУУ «КПІ», 2011.- 148 с.
6. Сыромятников И.А. Режимы работы асинхронных и синхронных электродвигателей / И.А. Сыромятников. - М.: Госэнергоиздат, 1963. - 527 с.

МОДЕЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ ВУЗЛА НАВАНТАЖЕННЯ З АСИНХРОННИМИ ДВИГУНАМИ ПРИ ЗОВНІШНІХ ЗБУРЕННЯХ

Костерев М.В., д.т.н., проф., Бурдужан О.Г., магістрант, Митнік О.О., магістрант

НТУУ «КПІ», кафедра електричних станцій

Для оперативної надійності і планування режимів енергосистем важливим завданням являється визначення коефіцієнта запасу стійкості по напрузі вузлів навантаження з асинхронними двигунами [1,3,6]. Стійкість вузла навантаження в основному визначається динамічними характеристиками АД, розосереджених в розподільчій мережі і в значній мірі залежить від збурень, які можуть виникнути в розподільчій мережі внаслідок наступних подій:

- відмова ЛЕП і електрообладнання;
- короткі замикання в розподільчій мережі.

Для зберігання стійкості АД при даних збуреннях доцільно відключення частини невідповідального статичного навантаження.

Завдання визначення оптимальної потужності відключення статичного навантаження для збереження стійкості АД сформуємо наступним чином.

В розподільчій мережі виявлені збурення, поява яких призводить до порушення стійкості АД в після аварійному режимі. Для кожного із цих нестійких режимів потрібно визначити мінімальну величину потужності навантаження, яку необхідно відключити для зберігання стійкості. Вузол навантаження складається із багатьох споживачів зі своєю індивідуальною потужністю S_i . Необхідно вибрати сумарну потужність відключення $S_{\sigma} = \sum S_i$ таку, щоб зберігалась стійкість АД.

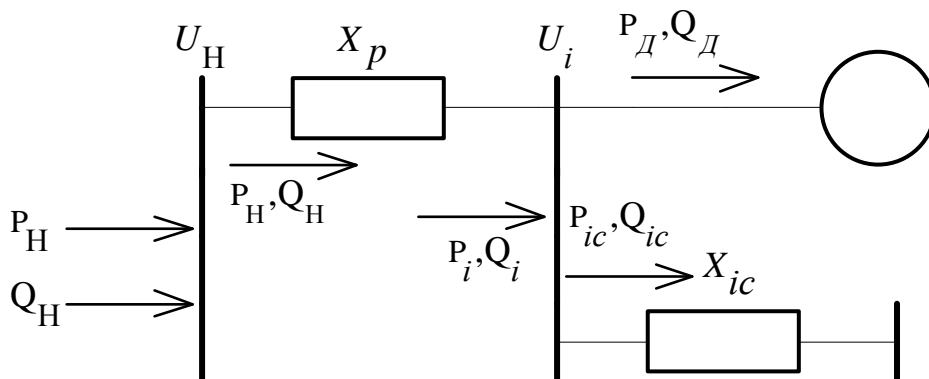
Потужність відключаючого навантаження можна представити у вигляді:

$$S_{\sigma} = k_1 S_1 + k_2 S_2 + \dots + k_n S_n,$$

де k_i приймає значення 0 або 1.

Задачу знаходження відключаючої потужності навантаження сформуємо наступним чином: знайти значення змінних k_i в рівнянні $S_{\sigma} = k_1 S_1 + k_2 S_2 + \dots + k_n S_n$, $k_i = 0$ або 1, щоб виконувались нерівність $U_{кр} < U_D$ і при цьому прямувала до мінімуму функція цих змінних $S_{\sigma} \rightarrow \min$.

Еквівалентну модель вузла навантаження спочатку формуємо з одного променя з асинхронним двигуном і статичним навантаженням.



Для вирішення завдання використовується генетичний алгоритм [5]:

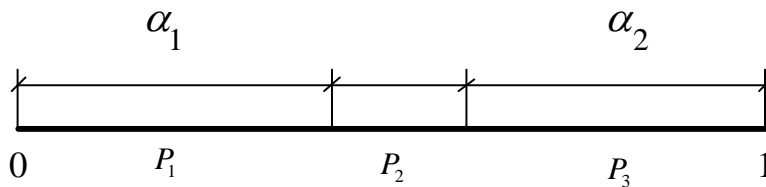
1. Випадковим чином формується початкова популяція, що складається з номерів навантаження, яка має $k_i = 1$. Для кожного рішення, що входить в популяцію, проводиться розрахунок стійкості після аварійного режиму при відмові даного обладнання. Залишаються рішення, для яких $U_{кр} < U_D$.

2. По функції корисності $F(q) = k_1 S_1 + k_2 S_2 + \dots + k_n S_n$ (хорошими вважаються рішення з найменшими $F(q)$) оцінюється кожне рішення і відкидаються ті, які мають найгірші функції корисності.

3. Формуються випадковим чином (методом рулетки або через ГВЧ) батьківські пари з решти елітних хромосом. Визначаємо ймовірності відбору батьків для схрещування. Чим менше значення функції корисності, тим більша ймовірність того, що хромосоми-батьки дадуть потомство. З урахуванням цього ймовірності визначаються з використанням зворотної функції корисності:

$$P_1 = \frac{1/F(q_1)}{\sum 1/F(q)}$$

Для відбору пар хромосом-батьків на числовій осі (0;1) відкладемо одержані ймовірності.



Згенеруємо два випадкових числа: α_1 , α_2 і виберемо першу пару хромосом-батьків. Аналогічно вибираємо інші хромосоми-батьки.

4. Операція схрещування (кросовер). У обох батьків є свої хромосоми. Випадковим чином вибирається точка схрещування (розділова лінія), в якій хромосоми діляться на дві частини і обмінюються ними. Виходить нащадок. Для покоління нащадків можна виконати операцію мутації: замінити один або декілька генів випадковим чином.

5. Визначається функція корисності нащадків.

6. Порівнюються ФК батьків і нащадків. Дотримуючись принципу незмінності розміру популяції, відкидаємо особини з найменшими ФК.

7. Формуванням нової популяції закінчується одна ітерація генетичного алгоритму і переходимо до п.2.

8. Рішенням приймається та ітерація, коли попередня і наступна популяції збігаються.

Рішенням є найменше навантаження (позначимо його S_{01}), при якому зберігається стійкість. Таким чином, САОН відключить найменше навантаження S_{01} при виникненні даного збурення для збереження стійкості асинхронного двигуна.

Висновок. Для збереження стійкості асинхронного навантаження доцільно відключення невідповідального статичного навантаження, оптимальна потужність якого визначається на основі генетичного алгоритму.

Перелік посилань

1. Гуревич Ю.Е., Либова Л.Е., Хачатрян Э.А., Устойчивость нагрузки электрических систем. – М.: Энергоиздат, 1981.- 208с.
2. Гамм А.З. Обнаружение слабых мест в электроэнергетической системе./А.З. Гамм., И.И. Голуб // Изв. АН СССР. Энергетика и транспорт.- 1993. – №3. – С.83 – 92.
3. Маркович И.М. Режимы энергетических систем.-М.: Энергия, 1969. – 352с.
4. Костерев Н.В. Моделирование и динамика атомных электростанций при возмущениях в энергосистеме. – К.: Вища школа, 1986. – 168с.
5. Костерев М.В. Питання побудови нечітких моделей оцінки технічного стану об'єктів електричних систем / М.В. Костерев, Є.І. Бардик. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 148с.
6. Сыромятников И.А. Режимы работы асинхронных и синхронных электродвигателей / И.А. Сыромятников. –М.: Госэнергоиздат, 1963. –527с.