

управління параметрами симутруючого пристрою для трипровідних і чотирипровідних мереж і для будь-якого способу симетрування: індивідуального, групового, центрального і комбінованого.

Список використаних джерел

1. Иванов В.С., Соколов В.И. Режимы потребления и качество электроэнергии систем электроснабжения промышленных предприятий. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 336 с.

## СПЕКТРАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ФОРМИ СТРУМУ В НЕЛІНІЙНОМУ ЕЛЕКТРИЧНОМУ КОЛІ.

**Баландін В.А.**

*Науковий керівник – Рожков П.П., канд. техн. наук, доцент*

Аналіз процесів, які виникають в нелінійних електричних колах, має велике значення для забезпечення надійної роботи систем електропостачання України. Серед безлічі можливих нелінійних елементів, які є складовими електричних мереж, виберемо електричні апарати, які мають сталеве осердя. Магнітні властивості сталі осердя описуються кривою намагнічування. На рис.1 приведена крива намагнічування сталі 3411(Э310).

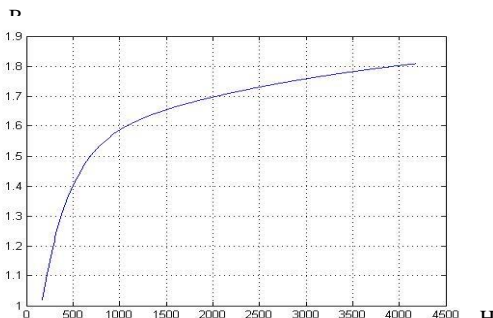


Рисунок 1 - Крива намагнічування сталі 3411(Э310)

Аналіз кривої намагнічування показує, що магнітна індукція  $B$  нелінійно залежить від напруженості  $H$  при значеннях  $H$ , що перебільшують 500 А/м. Подальше збільшення  $H$  призводить до насичення сталі осердя. Це явище призводить до нелінійної залежності індуктивності електричного кола від струму, що тече в колі.

Розглянемо послідовне електричне коло, яке складається з послідовно включених елементів: активного опору, ємності та нелінійної індуктивності, яка обумовлена наявністю феромагнітного осердя. Проведемо математичне моделювання електромагнітних процесів в такому

електричному колі. Для цього визначимо струм в колі методом припасовування, при наступних параметрах кола:  $E_m = 220 \cdot \sqrt{2}$  В;  $f = 50$  Гц;  $\varphi = 0$  рад;  $C_k = 12,67 \cdot 10^{-6}$  Ф;  $R = 160$  Ом; сталь осердя 3411(Э310). Результати моделювання представлені на рис. 2, а. Для аналізу впливу активного опору на форму струму, зменшимо значення опору до 1,6 Ом та проведемо моделювання. Результати представлені на рис. 2, б.

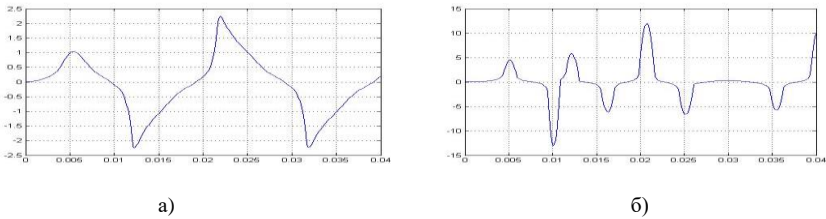


Рисунок 2 - Графіки струму: а)  $R = 160$  Ом, б)  $R = 1,6$  Ом

Аналіз отриманих результатів показує, що наявність нелінійної індуктивності в послідовному RLC колі призводить до суттєвого викривлення форми струму. З графіків видно, активний опір значно обмежує величину струму і позитивно впливає на його форму.

Проведемо гармонійний аналіз форми струму за допомогою дискретного перетворення Фурь'є. Аналіз будемо проводити за час другого періоду від 0,02 секунди до 0,04 секунди, щоб уникнути впливу перехідного процесу. Досліджуються 40 гармонійних складових, кількість точок за період складає 80. Результати гармонійного аналізу представлені на рис. 3 у вигляді спектральної діаграми. Амплітуда спектральних складових приведена до амплітуди першої гармоніки.

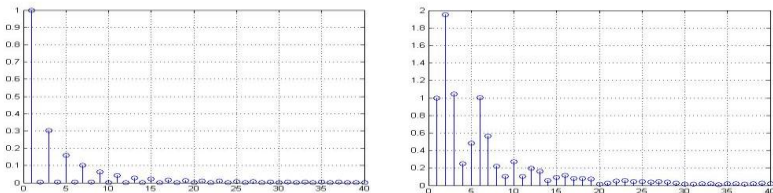


Рисунок 3 - Спектральна діаграма струму: а)  $R = 160$  Ом, б)  $R = 1,6$  Ом

Аналіз спектрального складу струму показує, що у випадку значного активного опору в електричному колі ( $R = 160$  Ом), амплітуди

парних гармонійних складових близькі до нуля, а непарних – приймають значні значення і швидко зменшуються з номером гармоніки (після 15 гармоніки – близькі до нуля).

В разі малого активного опору ( $R = 1,6 \text{ Ом}$ ), спектральні складові мають різні значні амплітуди, незалежно від номеру гармоніки. Після 20 гармоніки амплітуди гармонійних складових починають наближатися до нуля.

Наявність високочастотних гармонійних складових струму значної амплітуди не тільки погіршує якість електричної енергії, а і може призвести до резонансних явищ в електричному колі.

## ЗАСТОСУВАННЯ ПОШУКОВОЇ ОТИМІЗАЦІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СИМЕТРУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ.

*Лесніков В.А.*

*Науковий керівник – Ягун К.В., д-р техн. наук, професор*

Проблема підвищення якості електричної енергії набуває все більшої важливості, значне місце в якій займає несиметрія струмів в живильних трифазних мережах. Одним з поширених і традиційних заходів щодо симетрування струмів в системах електропостачання є застосування симетро-компенсувальних пристроїв, які у більшості випадків представляють собою з косинусні конденсатори, підключені між фазами по схемі «зірка» або «трикутник». Достатньо складним представляється розрахунок параметрів такого пристрою. Можливість точного розрахунку ємностей конденсаторів надає пошукова оптимізація, що застосовується до візуальної моделі системи електропостачання з симетро-компенсувальним пристроєм (рис. 1).

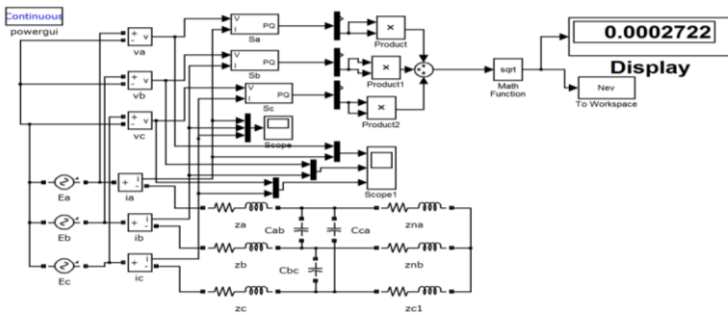


Рисунок 1 – Візуальна модель живильної мережі із симетро-компенсувальним пристроєм