

УДК 621.1

Денисюк С. П., д.т.н., професор,  
Горенко Д. С., аспірант,  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»

## АНАЛІЗ ОБМІННИХ ПРОЦЕСІВ В ГІБРИДНИХ СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ НА БАЗІ НЕТРАДИЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

На даний час в світовій енергетиці спостерігається зростання кількості електростанцій та автономних систем електроживлення, що базуються на нетрадиційних джерелах електроенергії. Це в першу чергу стосується вітрових, сонячних, малих гідроелектростанцій і т.п.[1]. При роботі будь-яких електростанцій виникає необхідність підвищення надійності та стійкості їх роботи, зменшення втрат електроенергії при передачі, оптимізація графіків навантаження, забезпечення ефективної роботи на енергоринку. Проблеми нестабільності роботи нетрадиційних джерел електроенергії, що зазвичай викликані їх нерівномірністю природними чинниками (нестабільність вітру, нічний час, засуха і т.п.), вирішують за допомогою використання гібридних електростанцій. Але при вирішенні проблеми постійності ресурсозабезпечення, виникає нова, більш глобальна проблема – електромагнітної сумісності різнотипних електрогенеруючих установок.

Використання обмінної потужності дозволяє однозначно відобразити обмінні процеси, накопичення енергії в реактивних елементах, енергообмін при наявності різномірних гармонік струму та напруги в перетині кола, обмінні процеси між генераторами струму та напруги, оцінити обмінні процеси у перехідних режимах та співставити обмінні процеси у різних перетинах кола, а також дозволяє оцінювати взаємний вплив елементів кола, які характеризуються різним гармонічним складом напруги  $u(t)$  та струму  $i(t)$ , стійкість режимів роботи за рахунок введення граничних значень величини характеристик враховувати значення кутів струму  $\psi_k^i$  та напруги  $\psi_k^u$  ( $k > 1$ ) для вищих гармонік, і дозволяє однозначно усунути зворотні потоки енергії при компенсації відповідної характеристики. Класичні методи розрахунку реактивної потужності дозволяють лише здійснювати індикацію наявності реактивної потужності у колі з нелінійним нестационарним опором при відсутності реактивних елементів, виконують відображення генерації реактивної потужності в колах з ключовими елементами та гармонічних  $p_r(t)$  та між гармонічних  $p_{mg}(t)$  складових миттєвої потужності  $p(t)$ , а також здійснювати взаємокомпенсації реактивних потужностей різних гармонік (можливість існування умови рівності нулю реактивної характеристики при  $i_p(t) \neq 0$ )

Для проведення аналізу обмінних процесів рівень та інтенсивність, яких визначає ступінь взаємовпливу елементів розглянуто систему два генератори (рис. 1). Дане дослідження дозволило виявити та проаналізувати взаємні перетоки енергії між елементами системи. Вивчити режими різнотипних генераторів при генерації та накопиченні енергії. Визначити оптимальні способи розрахунку обмінних процесів.

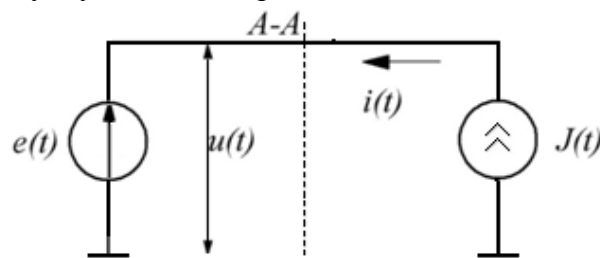


Рис 1. Основні напрямки потоків енергії через перерізи кола

Закон зміни напруги, що створюватиметься між точками перетину  $A-A$ , та струму, який протікатиме в колі, можна записати у вигляді:

$$u(t) = U_{\max} \sin(\omega t), \quad i(t) = I_{\max} \sin(3\omega t + \varphi),$$

де  $U_{\max} = 1000$  В,  $I_{\max} = 10$  А – відповідно амплітуди напруги та струму,  $\varphi_i^{(3)} = \pi / 2$  – кут зсуву фаз між напругою та струмом.

$$u(t) = 1000 \sin(314,16t), \quad i(t) = 10 \sin(942,48t + \pi / 2).$$

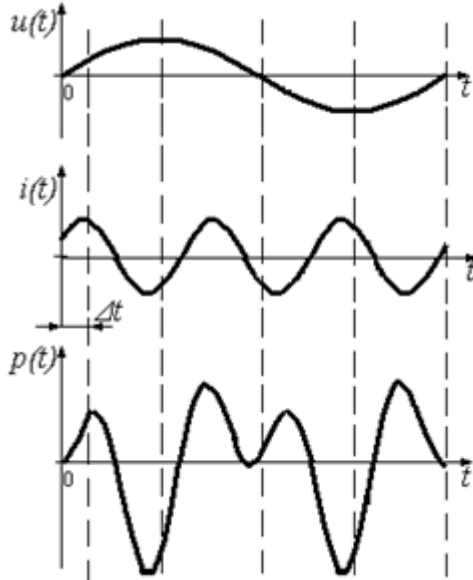


Рис. 2 Графіки основних параметрів схеми

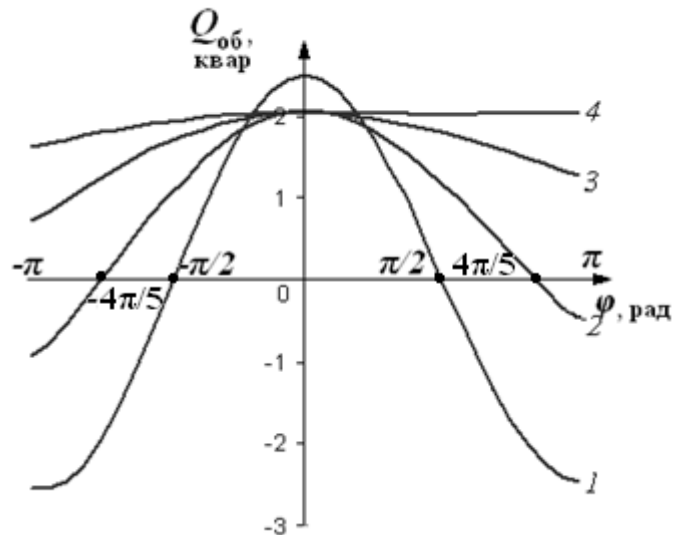


Рис.3 Вплив вищих гармонік на обмінну потужність

Виходячи з графіку зображеному на рис. 2, проводиться розрахунок обмінної потужності (рис. 3)[2,3]:

$$Q_{i_a} = \frac{2}{T} \int_0^{T/2} u(t) i_p(t) dt,$$

де  $i_p(t) = i(t) - i_a(t)$ ,  $i_a(t) = \frac{u(t)P}{U_a^2}$ ,  $U_a = U_{\max}$ ,  $P = \frac{1}{T} \int_0^T u(t)i(t)dt$ .

$$Q_{i_a} = \frac{2}{T} \left( \int_0^{T/12} u(t) i_p(t) dt + \int_{T/4}^{5T/12} u(t) i_p(t) dt \right) = 1,989 \text{ квар.}$$

**Висновок.**

Як видно з проведених розрахунків залежності обмінної потужності від зсуву фаз між струмом і напругою – вплив різних вищих гармонік викликає різні відхилення обмінної потужності. При дії завад у вигляді основної та третьої гармонік – обмінна потужність на періоді від  $-\pi / 2$  до  $\pi / 2$  змінює свій знак, а при дії завад викликаних гармоніками п'ятої та вищих обмінна потужність не змінює знак.

**Список використаних джерел:**

1. Праховник А. В. Малая энергетика: распределенная генерация в системах электроснабжения / А. В. Праховник. – Київ: Освіта України, 2007. – 462 с.
2. Жуйков В.Я. Энергетичні процеси в електричних колах з ключовими елементами / В.Я. Жуйков, С.П.Денисюк. – Київ: ТЕКСТ, 2010. – 264 с. – (ТЕКСТ).
3. Жарков Ф. П. Об одном способе определения реактивной мощности / Ф. П. Жарков. // Изв. АН СССР Энергетика и транспорт. – 1984. – №2. – С. 73–81.