

УДК 621.31

І.Д. Лучейко, В.П. Коваль, Р.В. Коцюрко  
*Тернопільський національний технічний  
університет ім. І. Пулюя*

## **ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ОБЧИСЛЕННЯ СПОЖИВАНОЇ ПОТУЖНОСТІ МЕТОДОМ АМПЕРМЕТРА ТА ВОЛЬТМЕТРА В КОЛАХ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ**

*Показано, що при використанні методу амперметра та вольтметра існує теоретична можливість зведення до нуля похибки обчислення значення споживаної без приладів потужності в колі постійного струму.*

Вимірвальна техніка (ВТ) є суттєвим фактором науково-технічного прогресу, служить основою методів випробувань і контролю якості, а отже, конкурентоспроможності продукції. З другої сторони, саме випробування та контроль якості – основна мета та найбільш широка область застосування ВТ.

Крім того, в сучасних умовах без вимірвальної інформації неможливі аналіз, оцінка та управління виробничими процесами. Отже, висока якість продукції може бути досягнена тільки там, де ВТ складає невід'ємну частину процесів, зокрема, виробництва, передавання, розподілу та споживання енергії, і вимоги до ВТ, в тому числі класу точності засобів вимірювань, постійно підвищуються.

Зазначимо, що в розвинутих промислових країнах працеемність контролю та вимірювань складає в середньому 10...15 % працеемності всього суспільного виробництва. В деяких галузях (електронна промисловість) ця частка значно вища.

Розглядається класичний метод амперметра та вольтметра для обчислення споживаної потужності в колі постійного струму. Перевага методу – простота реалізації, недолік – порівняно невисока точність. Можливі дві схеми розташування амперметра при одночасному вимірюванні струму та напруги (див. рис. 1).

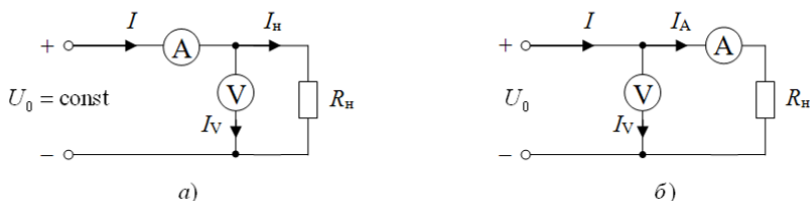


Рис. 1. Варіанти ввімкнення приладів для опосередкованого вимірювання потужності: а) – амперметр вимірює струм у колі; б) – амперметр вимірює струм у навантажувальному опорі.

Показано, що для схеми а) відносна похибка обчислення потужності  $P = I_A U_V$  порівняно з «номіналом» (без приладів)  $P_0 = I_0 U_0$

$$\varepsilon_P^{i d \pm} = (P/P_0) - 1 = \frac{1 + \alpha}{[1 + \beta(1 + \alpha)]^2} - 1, \quad (1)$$

де  $\alpha = R_i / R_V$  – симплекс опорів навантаження та вольтметра ( $\alpha = 0$  – «ідеальний» вольтметр);  $\beta = R_A / R_i$  – симплекс опорів амперметра та навантаження ( $\beta = 0$  – «ідеальний» амперметр);  $R_A / R_V = \alpha\beta \ll 1$  – симплекс опорів амперметра та вольтметра. Знехтувано внутрішнім опором джерела струму.

На рис. 2 зображені, розраховані за формулою (1), залежності  $\varepsilon_P^{i.d.}(\alpha)$  та  $\varepsilon_P^{i.d.}(\beta)$ .

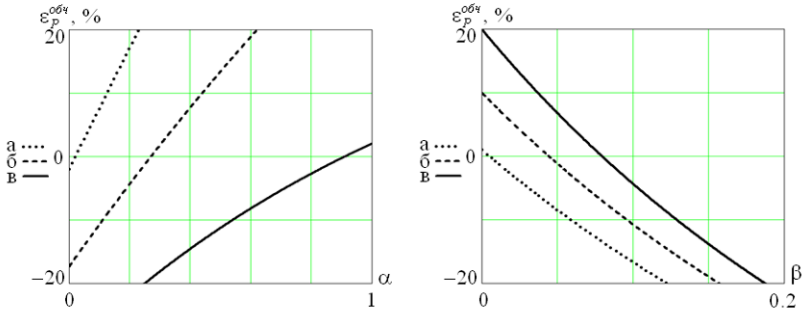


Рис. 2. Залежності похибки обчислення потужності від симплексу  $\alpha$  при різних значеннях симплексу  $\beta$  :

а –  $\beta = 0,01$ ; б –  $0,1$ ; в –  $\beta = 0,2$ .

Рис. 3. Залежності похибки обчислення потужності від симплексу  $\beta$  при різних значеннях симплексу  $\alpha$  :

а –  $\alpha = 0,01$ ; б –  $0,1$ ; в –  $\alpha = 0,2$ .

Як видно з рис. 2 та 3, при певному співвідношенні симплексів  $\alpha$  та  $\beta$  похибка обчислення потужності рівна нулю, що дещо несподівано. Математична умова очевидна [див. (1)]

$$1 + \beta(1 + \alpha) = \sqrt{1 + \alpha} \Leftrightarrow \beta = \frac{\sqrt{1 + \alpha} - 1}{1 + \alpha} \quad \left| \quad (2) \right.$$

У кінці відмітимо, що «від’ємним» фактором даного ефекту є збільшення енергетичної «данини» за отримання вимірювальної інформації: частка споживаної приладами потужності складає

$$\delta_P = \frac{P_A + P_V}{P_0} = \frac{\alpha + \beta(1 + \alpha)^2}{[1 + \beta(1 + \alpha)]^2}, \quad \left| \quad (3) \right.$$

тобто залежить від симплексів  $\alpha$  та  $\beta$ .