

УДК 622:65.011.56

## ПРИНЦИП КОНТРОЛЮ АКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ, СПОЖИВАНОЇ ВИСОКОВОЛЬТНИМ ЕЛЕКТРОДВИГУНОМ У ПІДЗЕМНИХ УМОВАХ ШАХТИ

Семенов С.С., студент, Оголобченко О.С., доцент, к.т.н.  
(Донецький національний технічний університет, Донецьк,  
Україна)

Для створення систем технічного контролю і керування електропостачання шахти необхідно вирішити питання виміру активної потужності, споживаної високовольтними електродвигунами різних підземних установок, наприклад, головних водовідливних насосних агрегатів.

Відомо, що вимір активної потужності в трифазній мережі можливо здійснити з використанням принципу Арона [1]:

$$P = I_A \cdot U_{AC} \cdot \cos \varphi_1 + I_B \cdot U_{BC} \cdot \cos \varphi_2 \quad \text{Вт},$$

де  $I_a$ ,  $I_b$  – величина лінійних струмів відповідно фаз А і В ;  $U_{ac}$ ,  $U_{bc}$  - напруги між фазами АС і ВС відповідно;  $\varphi_1$  - кут зрушення фаз між струмом  $I_a$  і напругою  $U_{ac}$ ;  $\varphi_2$  - кут зрушення фаз між струмом  $I_b$  і напругою  $U_{bc}$ .

Застосування принципу Арона дозволяє з високою точністю вимірювати активну потужність з урахуванням несиметрії навантаження. Пристрій виміру в цьому випадку (назвемо умовно: пристрій А) повинен бути побудований за структурною схемою, приведеної на рисунку 1. При цьому

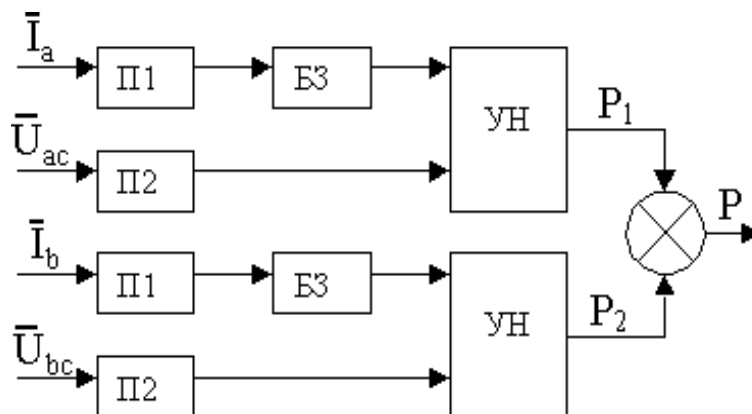


Рисунок 1 – Структурна схема пристрою А: П1-вимірювальні трансформатори струму П2 - вимірювальні трансформатори напруги; БЗ - блок захисту схеми від перевантаження при пуску; УН – перемножник.

передбачається наявність трифазного вимірювального трансформатора напруги в комутаційному пристрої електродвигуна. Однак високовольтні електродвигуни шахтних підземних установок комутуються комплектними розподільними пристрій, наприклад, типу КРУВ-6, де зазначений трансформатор відсутен. Тому застосування даного технічного рішення для підземних високовольтних електроспоживач у даний час неможливо.

Тому що в трифазній мережі лінійні напруга і струм зрушені друг щодо друга на кут  $\varphi + 30^0$  (див. рис.2), то на виході пристрою А одержимо сигнал пропорційний величині потужності

$$P = I_A \cdot U_{AC} \cdot \cos(30^0 - \varphi) \text{ Вт},$$

у той час, як щире значення активної потужності даної фази складе

$$P = I_A \cdot U_{AC} \cdot \cos \varphi \text{ Вт}.$$

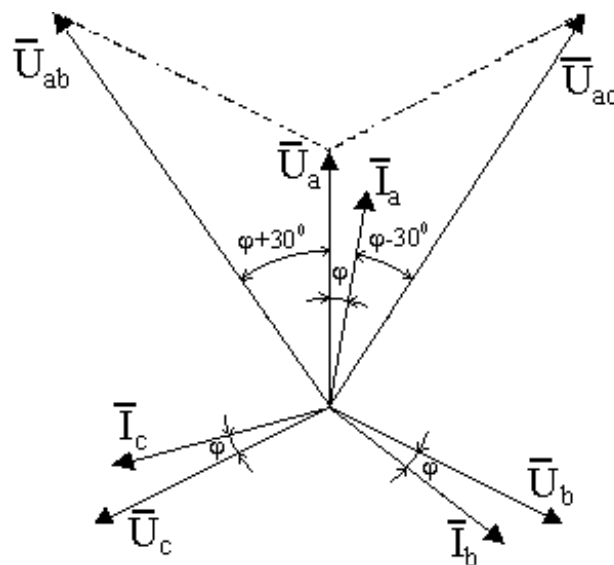


Рисунок 2 – Векторна діаграма 1 трифазної мережі

Тому в структурі пристрою виміру (пристрій У) повинен бути блок фазового зрушення БФС, що виконає фазове зрушення вектора струму  $\bar{I}_A$  на  $30^0$  щодо вектора напруги  $\bar{U}_{AC}$  (див. рис.3). Блок фазового зрушення БФС можливо реалізувати трьома способами. Перший спосіб. Векторне додавання струмів  $\bar{I}_A + \bar{I}_C$  з наступним зрушенням отриманої векторної суми на кут  $90^0$  (див. рис. 4). Достоїнством способу є облік несиметрії фаз щодо струму. Недолік – струм  $I'$  відрізняється по амплітуді від струму  $I_a$  на коефіцієнт пропорційності  $k_0$ :  $I' = k_0 \cdot I_A$ . Крім того, поворот

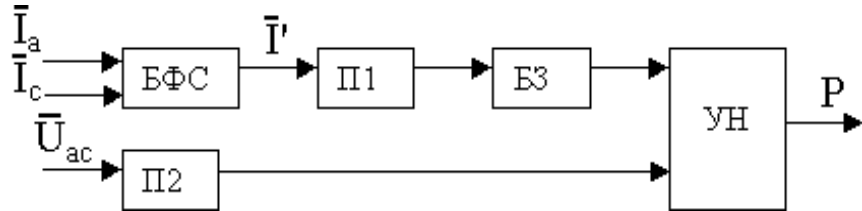


Рисунок 3 – Структурна схема пристрою В

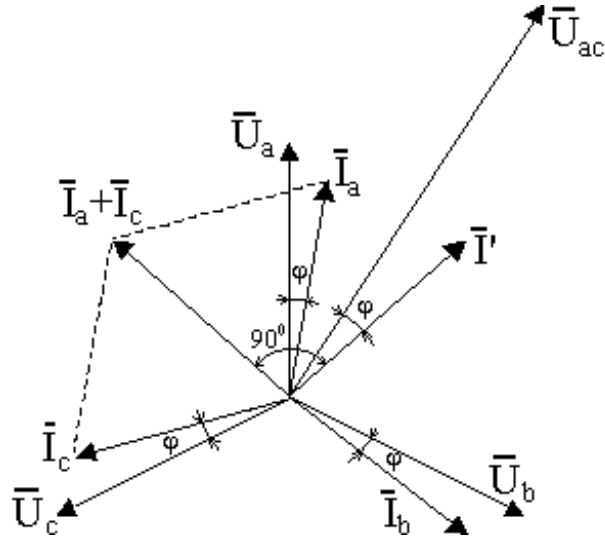


Рисунок 4 - Векторна діаграма 2 трифазної мережі

вектора  $I_a + I_c$  на  $90^\circ$  можна здійснити лише з застосуванням трансреактора, а це істотно збільшує вартість і габарити пристрою

Другий спосіб. Безпосереднім поворотом вектора струму  $I_a$  на кут  $+30^\circ$  (див. рис. 5). Достоїнством способу є те, що амплітудне значення вектора струму  $I_a$  не змінюється. Зрушення

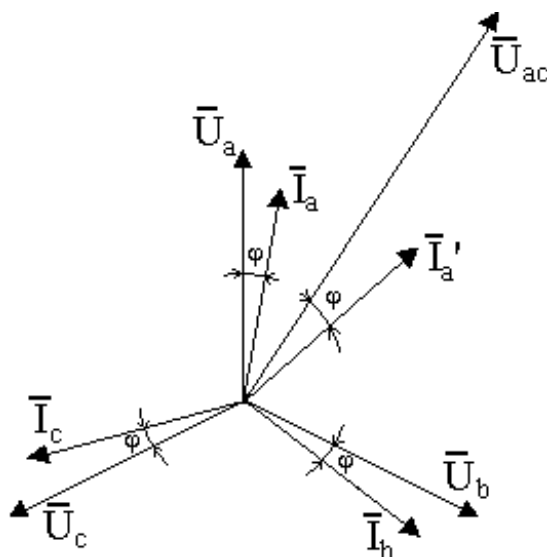


Рисунок 5 - Векторна діаграма 3 трифазної мережі

можна організувати за допомогою звичайної RC – ланцюжка.

Недоліком способу є істотне збільшення погрішності через те, що не враховується несиметрія фаз щодо струму і відбувається зрушення фази в наслідки нестабільності параметрів RC – ланцюжка. У принципі можна, здійснювати контроль і коректування кута зрушення фаз шляхом застосування системи, що стежить, але це істотно ускладнить схему пристрою.

Третій спосіб – векторне вирахування струмів  $\bar{I}_A - \bar{I}_C$  (див. рис.6). Достоїнство способу – облік несиметрії фаз щодо струму. Недолік – струм  $\bar{I}'$  відрізняється по амплітуді від струму  $\bar{I}_a$  на коефіцієнт пропорційності  $k_0 = \sqrt{3}$ .

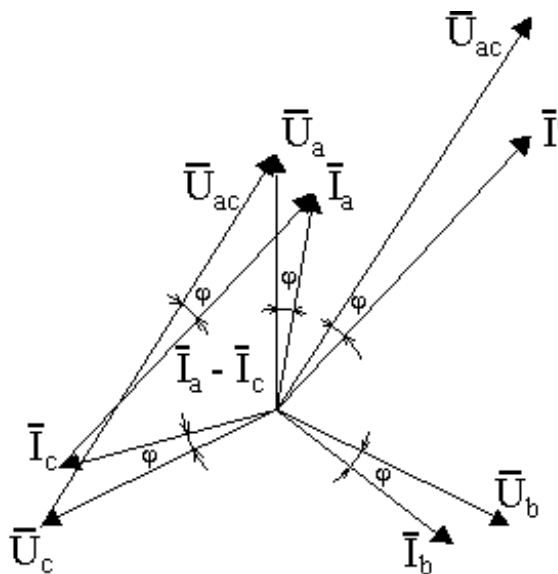


Рисунок 6 – Векторна діаграма 4 трифазної мережі

Отже, унаслідок проведеного аналізу найбільш прийнятним варіантом реалізації блоку фазового зрушення БФС варто вважати спосіб векторного вирахування струмів  $\bar{I}_A - \bar{I}_C$ . У цьому випадку блок БФС можна реалізувати за допомогою трансформатора струму, що віднімає, а всі інші блоки пристрою В – мікроконтролером з попереднім перетворенням аналогового сигналу в дискретний.

#### Перелік посилань

1. Електричні виміри електричних і неелектричних величин / Під ред. Е.С.Поліщука- К.: Вища школа, 1984.-224с.