

# **МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Національний університет «Запорізька політехніка»

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до лабораторних робіт

з дисципліни «Сучасні методи обліку в електроенергетиці» для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» денної та заочної форм навчання  
(перша частина)

**2021**

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Сучасні методи обліку в електроенергетиці» для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» денної та заочної форм навчання (перша частина)/ Укл.: П.В. Махлін, О.І. Кузьменко – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 46 с.

Укладачі:

Махлін П.В., доцент,  
канд. техн. наук  
Кузьменко О.І., зав.лаб.

Рецензент:

Шрам О.А. зав, кафедри,  
канд. техн. наук

Відповідальний за випуск:

Шрам О.А. зав, кафедри,  
канд. техн. наук

Затверджено  
на засіданні НМК  
«Електротехнічного факультету»

Протокол № 5 від 18.02.21

Затверджено  
на засіданні кафедри  
“Електропостачання  
промислових підприємств”

Протокол № 5 від 17.02.21

**ЗМІСТ**

1. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1 «Технічний облік електроенергії»	4
1.1. Мета роботи	4
1.2. Програма роботи	4
1.3. Загальні відомості	4
1.4. Методи випробувань лічильників електроенергії	11
1.5. Схеми включення лічильників електроенергії	11
1.6 Стенд для повірки лічильників електроенергії	18
1.7 Порядок роботи	19
1.8 Визначення основної та відносної похибки лічильника електроенергії	21
1.9 Проведення роботи	23
1.10 Зміст звіту	24
2. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2 «Комерційний облік електроенергії»	25
2.1 Мета роботи	25
2.2 Програма роботи	25
2.3 Загальні відомості	25
2.4 Стенд для повірки лічильників електроенергії	39
2.5 Порядок роботи	40
2.6 Визначення основної відносної похибки лічильника електроенергії	41
2.7 Перевірка відсутності самоходу	43
2.8 Перевірка порогу чутливості	43
2.9 Оформлення результатів повірки	44
2.10 Зміст звіту	45
Рекомендована література	46

## 1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

### «ТЕХНІЧНИЙ ОБЛІК ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ»

#### 1.1 Мета роботи

Ознайомитись з принципом побудови системи технічного обліку електроенергії на підприємстві, а також з принципом дії, технічними та експлуатаційними характеристиками засобів технічного обліку електроенергії та їх повіркою.

#### 1.2 Програма роботи

1.2.1 Вивчити принципи побудови системи технічного обліку електроенергії.

1.2.2 Ознайомитись з технічними та експлуатаційними характеристиками лічильників активної та реактивної електроенергії.

1.2.3 Вивчити схеми підключення лічильників електроенергії.

1.2.4 Вивчити схему лабораторного стенда.

1.2.5 Визначити основні, відносні похибки лічильників.

#### 1.3 Загальні відомості

Питання раціонального, економного використання електроенергії набувають важливого значення для народного господарства країни. Найважливішою умовою вирішення цих питань є створення доступних і якісних систем обліку електроенергії.

Облік споживання електроенергії на промислових підприємствах здійснюють з метою:

- розрахунку за електроенергією з електропостачальниками та операторами розподілу (передачі);
- контролю споживання активної електроенергії в окремих цехах, технологічних лініях та інших об'єктах;
- визначення кількості реактивної потужності, яку отримав споживач від електропостачальника;
- складання електробалансів підприємства у цілому, цехів і групах споживачів, що дає можливість аналізувати ефективність використання ними електроенергії;

- розрахунок зі споживачами, які отримують електроенергію від підприємства.

Облік електроенергії, яку отримує споживач, для грошового розрахунку з електропостачальниками та операторами розподілу (передачі) називають розрахунковим (комерційним) обліком електроенергії. Лічильники, призначені для розрахункового обліку, називають розрахунковими лічильниками (класу точності 0,5), з класом точності вимірювальних трансформаторів струму та напруги – 0,5.

В системі загального обліку електроенергії на промисловому підприємстві важливе місце займає технічний облік, тобто контроль споживання електроенергії цехами, електроємними агрегатами і технологічними лініями.

Лічильники, які використовують для технічного обліку, називають лічильниками технічного обліку (класу точності: 1; 2,5), з класом точності вимірювальних трансформаторів струму та напруги – 1. Технічний облік дозволяє здійснити контроль за дотриманням споживачами режимів електроспоживання і є основою для складання електробалансів промислових підприємств, визначення енергоємності та собівартості окремих видів продукції та технологічних процесів, розрахунку між окремими підрозділами заводу. Такий облік дозволяє визначити питомі втрати електроенергії на випуск продукції.

Для технічного обліку електроенергії в багатьох випадках використовуються індукційні лічильники електроенергії.

Індукційні лічильники активної енергії виготовляються класів точності: 0,5; 1,0; 2,0; 2,5 (з 1.07.1997 випуск лічильників класу точності 0,5 припинений). Індукційні лічильники реактивної енергії виготовляються класів точності: 1,5; 2,0; 3,0.

Стандартні значення номінального струму ( $I_{ном}$ ) приведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Стандартні значення номінального струму ( $I_{ном}$ ).

Включення лічильника	Стандартні значення $I_{ном}$ , А
Безпосереднє	5; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 80; 100
Через трансформатор струму	0,2; 0,3; 0,6; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 5,0; 10,0

Значення номінальної напруги ( $U_{ном}$ ) приведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Значення номінальної напруги ( $U_{ном}$ ).

Включення лічильника	Значення номінальної напруги ( $U_{ном}$ ), В, для лічильників			
	активної енергії		реактивної енергії	
	стандартні	нестандартні	стандартні	нестандартні
Безпосереднє	127; 220; 230; 240; 380; 400; 415; 480	100; 110; 120; 200; 277; 290; 420; 500; 600; 660	127; 220; 230; 240; 380; 400; 415; 480	100; 110; 120; 200; 277; 290; 420; 500; 600
Через трансформатор напруги	57,7; 63,5; 100; 110; 115; 120; 173; 190; 200	-	57,7; 63,5; 100; 110; 115; 120; 190; 200	-

Лічильники виготовляються на наступні максимальні струми:

- при безпосередньому включенні: 200; 250; 300; 400; 500; 600; 700; 800; 900; 1000 % номінального струму;
- при включенні через трансформатори струму: 120; 125; 150; 200; 300 % номінального струму.

Однією з основних характеристик лічильників електроенергії є систематична складова відносної похибки:

$$\delta_e = \frac{W_b - W_\varrho}{W_\varrho} \cdot 100\%, \quad (1.1)$$

де  $W_b$  – електроенергія, що вимірів лічильник;

$W_\varrho$  – діюча електроенергія, яку вимірів лічильник електроенергії в той самий час.

Систематична складова відносної похибки трифазних лічильників, навантажених однаково у кожній фазі (рівномірне навантаження), та при симетричній трифазній напрузі (з відхиленням не більше 2%), а також однофазних лічильників не повинна перевищувати допустимих значень ( $\delta_{сд}$ ), приведених в таблицях 1.3, 1.4.

Таблиця 1.3 – Границя  $\delta_e$  для лічильників активної енергії.

Значення струму	Коефіцієнт потужності, $\cos\varphi$	Границя $\delta_{CD}$ , %, не більше для лічильників активної енергії класів точності			
		0,5	1,0	2,0	2,5
5 % номінального	1,0	$\pm 1,0$	$\pm 1,5$	$\pm 2,5$	-
від 10 % до 20 % номінального	1,0	-	-	-	$\pm 3,5$
від 10 % номінального до максимального включ.	1,0	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$	-
від 20 % номінального до максимального включ.	1,0	-	-	-	$\pm 2,5$
10 % номінального	0,5 інд.	$\pm 1,3$	$\pm 1,5$	$\pm 2,5$	-
10 % номінального	0,8 ємн. 0,5 ємн.*	$\pm 1,3$	$\pm 1,5$	-	-
від 20 % номінального до максимального включ.	0,5 інд.	$\pm 0,8$	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$	$\pm 4,0$
від 20 % номінального до максимального включ.	0,8 ємн.	$\pm 0,8$	$\pm 1,0$	-	-
від 10 % до 100 % номінального	0,25 інд.	$\pm 2,5$	$\pm 3,5$	-	-
	0,5 ємн.	$\pm 1,5$	$\pm 2,5$	-	-

\* За вимогами замовника.

Таблиця 1.4 – Границя  $\delta_e$  для лічильників реактивної енергії.

Значення струму	Коефіцієнт потужності, $\sin\varphi$	Границя $\delta_{CD}$ , %, не більше для лічильників реактивної енергії класів точності		
		1,5	1,0	3,0
10 % номінального	1,0	$\pm 2,5$	$\pm 3,0$	$\pm 4,0$
від 20 % номінального до максимального включ.	1,0	$\pm 1,5$	$\pm 2,0$	$\pm 3,0$
від 20 % номінального до максимального включ.	0,5 інд. (або ємн.)	$\pm 1,5$	$\pm 2,0$	$\pm 3,0$

Систематична складова відносної похибки  $\delta_e$  трифазних лічильників при струмі тільки в одній фазі і відсутності струму в інших фазах (нерівномірне навантаження) та при симетричній напрузі не повинна перевищувати границі  $\delta_e$ , приведених в таблиці 1.5.

При відсутності струму в колах струму індукційного лічильника можливий самохід – рух диска лічильника під дією напруги та при відсутності струму в колах струму. Вимоги при цьому наступні: диск лічильника не повинен здійснювати більше одного повного оберту при відсутності струму в колах струму, при напрузі від 80% до 110% номінального значення.

Поріг чутливості індукційного лічильника електроенергії – найменше значення струму, при якому починається безперервне обертання диска при номінальних значеннях напруги, частоти,  $\cos\varphi=1$  ( $\sin\varphi=1$ ). Значення порогів чутливості приведені в таблиці 1.6.



Таблиця 1.5 – Границя  $\delta_e$  трифазних лічильників електроенергії.

Значення струму	Коефіцієнт потужності, $\cos\varphi$	Границя $\delta_{CD}$ , %, не більше для лічильників енергії класів точності				
		0,5	1,0	1,5	2,0	3,0
<i>Лічильники активної енергії</i>						
від 20 % до 100 % номінального	1,0	±1,5	±2,0	-	±3,0	-
50 % номінального	0,5 інд.	±1,5	±2,0	-	-	-
100 % номінального	0,5 інд.	±1,5	±2,0	-	±3,0	-
від 100 % номінального до максимального включ.	1,0	-	-	-	±4,0	-
<i>Лічильники реактивної енергії</i>						
від 20 % до 100 % номінального	1,0	-	-	±3,0	±3,5	±4,0
100 % номінального	0,5 інд. (або ємн.)	-	-	±3,0	±3,5	±4,0

Таблиця 1.6 – Поріг чутливості для індукційних лічильників.

Клас точності лічильника	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Поріг чутливості, % від номінального струму	0,3 0,4*	0,4	0,5	0,5 0,45**	1,0	1,0

\* для лічильників зі стопором;

\*\* для однофазних лічильників за вимогами заказчика.

Міжповірочний інтервал періодичної повірки лічильників:

- 6 років – для трифазних лічильників;

- 16 років – для однофазних лічильників;
  - 4 роки – для лічильників класу точності 0,5.
- Маркування лічильників.

На кожному лічильнику повинна бути приведена наступна інформація:

- назва виробу;
- тип лічильника;
- одиниця виміру електроенергії;
- число фаз та число проводів мережі, для якої лічильник призначений (однофазна двопровідна, трифазна трипровідна тощо);
- заводський номер та рік виготовлення;
- номінальна напруга (з вказівкою числа елементів) ;
- номінальний струм та максимальний струм;
- номінальна частота;
- постійна лічильника у вигляді:  
 $W \times h / r$  – для лічильника активної енергії;  
 $VAr \times h / r$  – для лічильників реактивної енергії,  
 або передаточне число лічильника у вигляді:  
 $1 kW \times h = \dots$  – оберт диска;  
 $1 kVAr \times h = \dots$  – оберт диска;
- клас точності (при відсутності означення класу точності лічильника вважається клас точності 2,0);
- нормальна температура, якщо вона відрізняється від 20°;
- якщо потрібно для лічильників реактивної енергії класу точності 3,0, класифікація за фазовим зсувом – 0; 90 або 60;
- наявність стопору зверненого ходу;
- означення стандарту;
- знак затвердження типу засобів вимірювання для лічильників, занесених в Державний реєстр;
- означення детально опору рухомого елемента;
- знак подвійного квадрата – для лічильників, що знаходяться в ізолюваному корпусі.

Інформація за пунктами першим, другим та п'ятим знаходиться на зовнішньому щиті, прикріпленому до кожуху або до кришки лічильника.

Інформація за пунктами, що залишилися, повинна бути нанесена на щиті усередині лічильника.

## 1.4 Методи випробувань лічильників електроенергії

Лічильники електроенергії повіряються одним з трьох методів:

- метод ватметра та секундоміра. За показами ватметра та секундоміра визначається дійсне значення електроенергії, яку вимірює лічильник, та порівнюється з показами лічильника, що випробується;

- метод зразкового лічильника. При цьому порівнюються покази лічильника, що повіряється, з показами зразкового лічильника;

- метод тривалих випробувань (контрольної станції). При цьому порівнюються покази лічильника, що повіряється, з показами зразкового лічильника того ж типу, який включають у ті ж самі ланцюги, та похибки яких повинні бути відомі, а поправки вводяться при порівнянні показів.

## 1.5 Схеми включення лічильників електроенергії

Схеми включення однофазних лічильників активної електроенергії показані на рис. 1.1-1.4. Схеми включення трифазних лічильників активної електроенергії показані на рис. 1.5-1.12.

Схеми включення трифазних лічильників реактивної електроенергії показані на рис. 1.13-1.17.

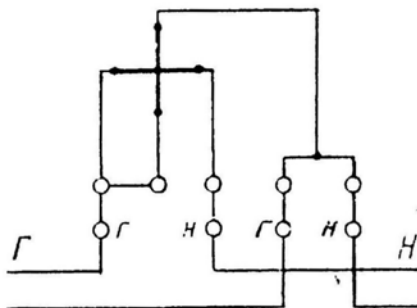


Рисунок 1.1 – Схема включення лічильників типів СО-И445Э, СО-И445Т, СО-И449Э, СО-И449Т, СО-И446 (ГОСТ 6570-75)

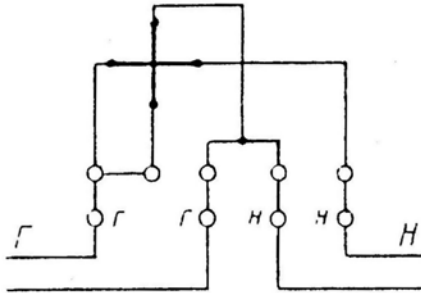


Рисунок 1.2 Схема включення лічильників типів СО-И445Э, СО-И445Т, СО-И449Э, СО-И449Т, СО-И446 (Британський стандарт В537)

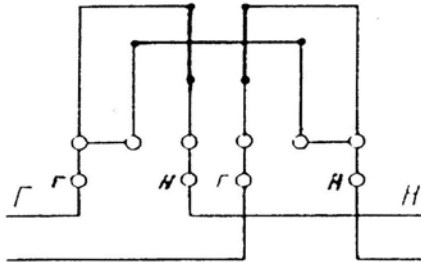


Рисунок 1.3 – Схема включення лічильників типів СО-И445Э, СО-И445Т, СО-И449Э, СО-И449Т, СО-И446 зі струмовою обмоткою, яка розділена, для двопровідної мережі

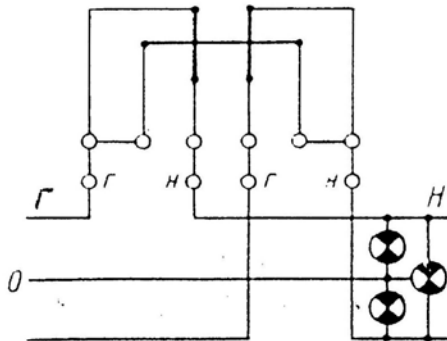


Рисунок 1.4 – Схема включення лічильників типів СО-И445Э, СО-И445Т, СО-И449Э, СО-И449Т, СО-И446 зі струмовою обмоткою, яка розділена, для трипровідної мережі

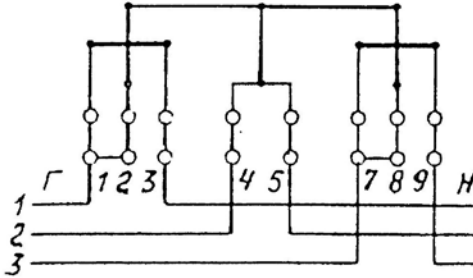


Рисунок 1.5 – Схема безпосереднього включення лічильників типів САЗ-И670Д та САЗ-И670М

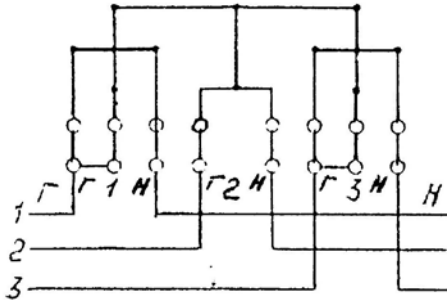


Рисунок 1.6 – Схема включення лічильників типів САЗ-И677 та САЗ-И684

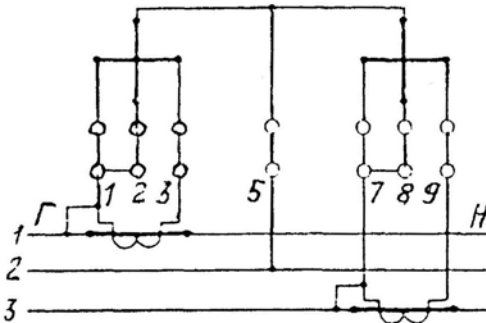


Рисунок 1.7 – Схема включення лічильників типів САЗ-И670Д, САЗУ-И670Д, САЗ-И670М, САЗУ-И670М, САЗ-И681 та САЗУ-И681 з трансформаторами струму в трипровідну мережу

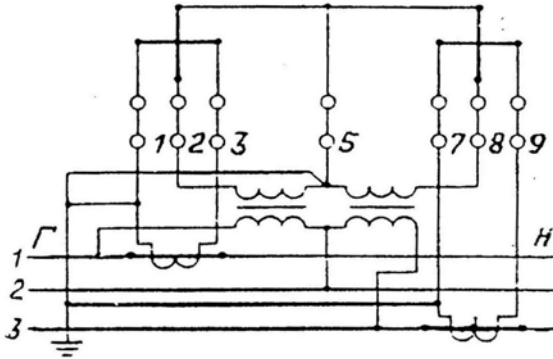


Рисунок 1.8 – Схема включення лічильників типів САЗ-И670Д, САЗУ-И670Д, САЗ-И670М, САЗУ-И670М, САЗ-И681 та САЗУ-И681 з трансформаторами струму і трансформаторами напруги в трипровідну мережу

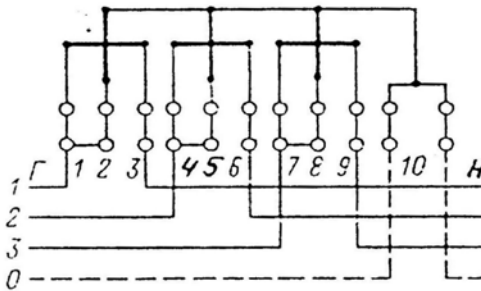


Рисунок 1.9 – Схема включення лічильників типів САЧ-И672Д та САЧ-И670М

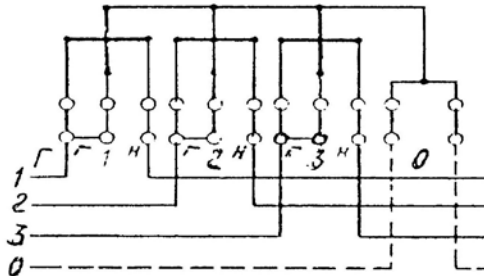


Рисунок 1.10 – Схема включення лічильників типів САЧ-И678 та САЧ-И685

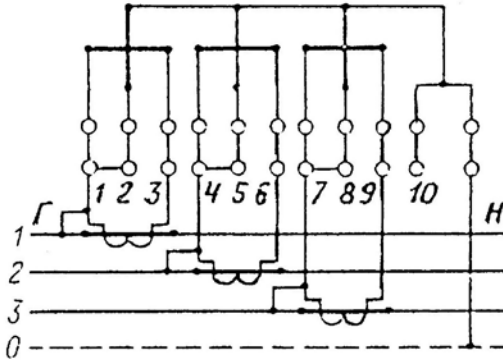


Рисунок 1.11 – Схема включення лічильників типів САЧ-И672Д, САЧУ-И672Д, САЧУ-И672М, САЧ-И682 з трансформаторами струму у чотирипровідну мережу

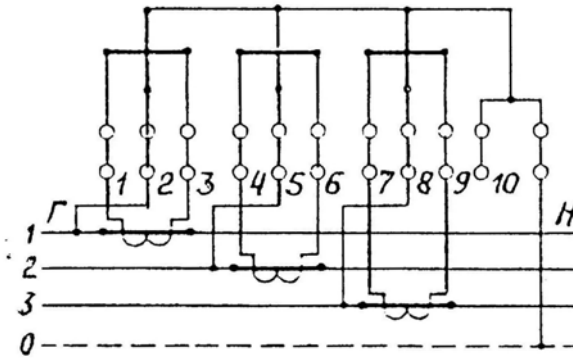


Рисунок 1.12 – Схема включення лічильників типів САЧ-И672Д, САЧУ-И672Д, САЧ-И672М, САЧУ-И672М, з трансформаторами струму з окремим виводом кола напруги в чотирипровідну мережу

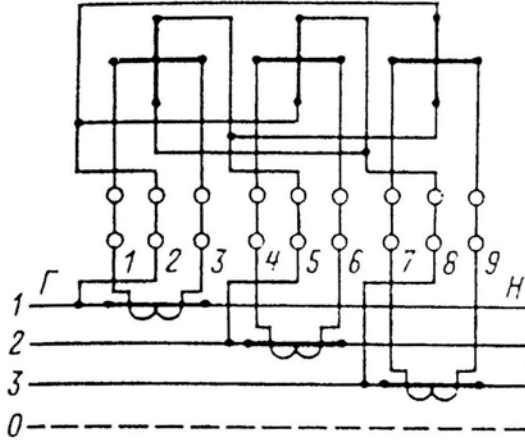


Рисунок 1.13 – Схема включення лічильників типів СРЧ-И673Д, СРЧУ-И673Д, СРЧ-И673М, СРЧУ-И673М, СРЧ-И689 та СРЧУ-И689 з трансформаторами струму в чотирипровідну мережу

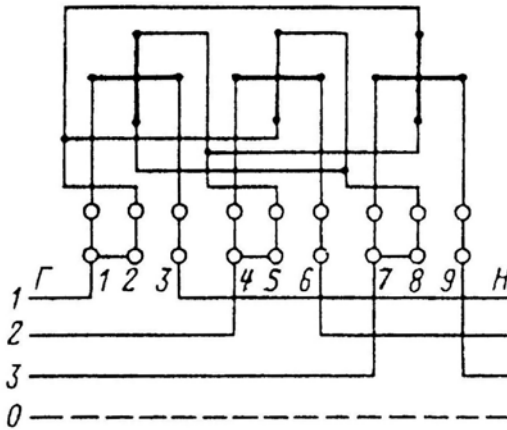


Рисунок 1.14 – Схема безпосереднього включення лічильників типів СРЧ-И673Д та СРЧУ-И673М в три- та чотирипровідну мережу



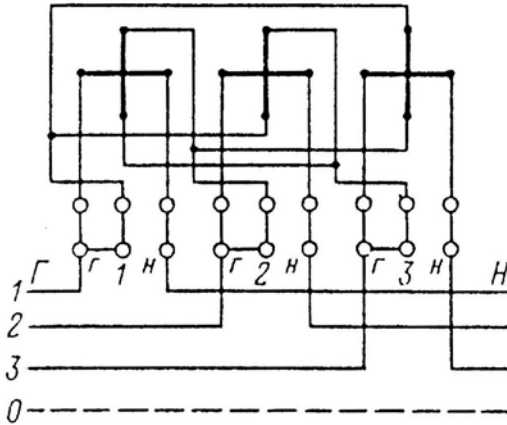


Рисунок 1.15 – Схема безпосереднього включення лічильників типів СР-И679 та СРЧ-И686 в трьох- і чотирипроводну мережу

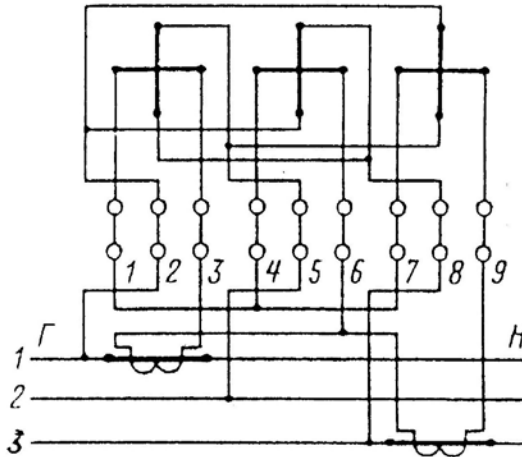


Рисунок 1.16 – Схема включення лічильників типів СРЧ-И673Д, СРЧУ-И673Д, СРЧ-И673М, СРЧУ-И673М, СРЧ-И689 та СРЧУ-И689 в чотирипроводну мережу

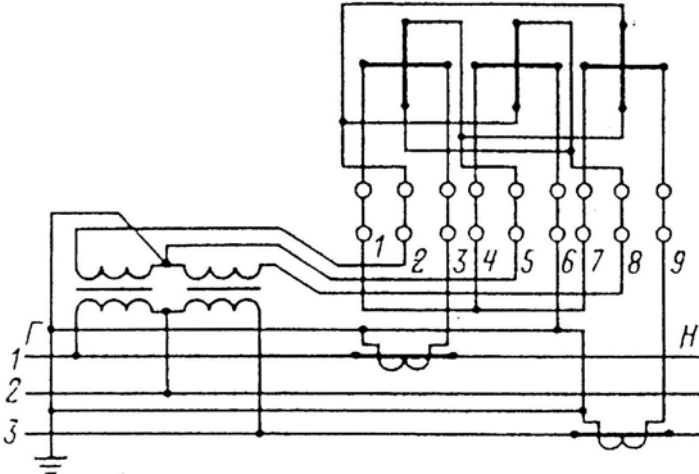


Рисунок 1.17 – Схема включення лічильників типів СРЧ-ІІ673Д, СРЧУ-ІІ673Д, СРЧ-ІІ689 та СРЧУ-ІІ689 з трансформаторами струму і трансформаторами напруги в трипровідну мережу

## 1.6 Стенд для перевірки лічильників електроенергії

Призначення лічильників електроенергії приводять за допомогою установки У1134М (в подальшому – установка).

Установка призначена для перевірки однофазних та трьохфазних лічильників активної та реактивної енергії, а також для перевірки амперметрів, вольтметрів, ватметрів, варметрів, фазометрів змінного струму частотою 50 Гц.

*Технічні дані.*

1.6.1 Установка дозволяє повірити прилади змінного струму:

- однофазні та трьохфазні лічильники активної та реактивної енергії класу точності 2,0 та нижче за зразковим ватметром та секундоміром;

- амперметри, вольтметри, ватметри, варметри та фазометри класу точності 2,5 та нижче за зразковими приладами класу точності 0,5, а також класу точності 1 при використанні зразкових приладів класу точності 0,2

1.6.2 Живлення установки здійснюється від трьохпровідної мережі змінного струму напругою 220 В або від чотирьохпровідної мережі

напругою 380 В та частотою 50 Гц. Зміна напруги з 220 В на 380 В проводиться перепризначенням схеми установки та фазорегулятора з "трикутника" на "зірку".

1.6.3 Установка забезпечує наступні номінальні значення струму в кожній фазі: 0,5; 1,0; 2,5; 5,0; 10; 25; 50 А.

1.6.4 Установка забезпечує наступні номінальні значення напруги в кожній фазі кола напруги: 150; 300; 600 В.

1.6.5 Установка має дві незалежні трьохфазні симетричні електричні кола для роздільного регулювання струму, напруги та кута зсуву між ними.

1.6.6 Регулювання пристрою струму та напруги забезпечує плавне пофазне регулювання у межах від 2% до 125% від номінальних значень струму та у межах від 2% до 110% від номінальних значень напруги.

1.6.7 Кути зсуву фаз напругою та струмом регулюються від  $0^{\circ}$  до  $120^{\circ}$  за допомогою фазорегулятора.

## 1.7 Порядок роботи

1.7.1 Встановити лічильник електроенергії, що повіряються, на робоче місце – підвісити до держака верхньої стійки.

1.7.2 Підключити лічильник електроенергії, що повіряється, до зажимів фазних напруг, виведених на стенді, та в розсічку кіл фазних струмів згідно з схемою підключення лічильника.

*Примітки:*

1. Схема підключення лічильника зображена на його кришці вихідних зажимів.

2. При підключенні струмових обмоток лічильника на стенді знімається закоротка і до вихідних зажимів підключається лічильник.

1.7.3 За допомогою перемикача встановити необхідну схему повірки даного типу лічильників.

У випадку повірки лічильників реактивної енергії з внутрішнім зрушенням  $60^{\circ}$  перемикач В13 переключити в положення, що відповідає встановленій на ватметрах номінальній напрузі.

1.7.4 Встановити необхідні межі регулювання за струмом штепсельним перемикачем та за напругою перемикачем 150 В, 300 В, 600 В у відповідності з номінальними значеннями струму та напруги лічильників, що повіряються.

1.7.5 Перевести перемикач "СЕТЬ" в положення "ВКЛ". При цьому повинна засвітитися зелена сигнальна лампа.

1.7.6 Відрегулювати величину напруги.

1.7.6.1 Перевести перемикач "ЛИНЕЙНОЕ – ФАЗНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ" в положення "ФАЗНОЕ".

1.7.6.2 Перевести перемикач "НАПРЯЖЕНИЕ" в положення "ВКЛ". При цьому, якщо ввімкнена мережа регулювання 600 В, то повинна засвітитися червона сигнальна лампа.

1.7.6.3 Включити в тих фазах, які потрібні, вимикачі регулюючого пристрою кола напруги – тумблери В4 - В6, що знаходяться на нижній частині панелі стенда (якщо повіряються трьохфазні лічильники – В4 - В6 ввімкнені).

1.7.6.4 Обертаючи ручки автотрансформаторів кіл напруги, встановіть за контрольними приладами - вольтметрами потрібну напругу на кожній фазі.

Якщо в колах напруги буде перевантаження або коротке замикання та спрацює захисний пристрій, встановіть вимикач "НАПРЯЖЕНИЕ" в положення "ОТКЛ", ручки автотрансформаторів вивести в крайнє ліве положення. Після цього повторне включення можливе після усунення пошкоджень, та дозволу викладача.

1.7.7 Встановити потрібне значення напруги за контрольним вольтметром.

1.7.8 Відрегулювати величину струму.

1.7.8.1 Перевести перемикач "ТОК" в положення "ВКЛ".

1.7.8.2 Повернути ручку автотрансформатора кола струму і виставити потрібне значення струму за контрольними амперметрами.

1.7.8.3 Встановити за допомогою фазорегулятора потрібний коефіцієнт потужності.

1.7.8.4 Провести замір показань зразкових лічильників та лічильників, що повіряються.

1.7.9 Після проведення повірки виведіть ручки автотрансформаторів в крайнє ліве положення.

1.7.10 Перевести вимикач регулюючих пристроїв кіл напруги у відключене положення.

1.7.11 Відключити штекери штепсельного вимикача.

1.7.12 Перевести вимикачі "НАПРЯЖЕНИЕ", "ТОК", "СЕТЬ" в положення "ОТКЛ". При цьому зелена та червона сигнальні лампи повинні згаснути.

1.7.13 Включити лічильники, що повіряються, та зразкові лічильники.

1.7.14 Замкнути перемички затискачів для кіл струму.

## 1.8 Визначення основної та відносної похибки лічильника електроенергії

1.8.1 Визначення похибок лічильників проводиться методом ватметра та секундоміра. Зразкові засоби вимірювань, що використовуються для перевірки лічильників, повинні забезпечувати визначення дійсного значення електроенергії з похибкою, що не перевищує  $\frac{1}{4}$  допустимої систематичної складової відносної похибки лічильників, що повіряються.

Визначення сумарної похибки зразкових засобів вимірювань здійснюється розрахунком, як корінь квадратичний з суми квадратів похибок зразкових засобів.

1.8.2 Визначення систематичної складової відносної похибки  $\delta_e$  проводиться при рівномірному навантаженні ланцюгів струму та напруги.

Систематичну складову відносної похибки треба визначити при навантаженнях, які вказані в технічних умовах на конкретні лічильники при  $\cos \varphi = 0,5$  та  $\cos \varphi = 1,0$ .

При виконанні лабораторної роботи систематичну складову відносної похибки визначати при навантаженнях заданих викладачем.

При використанні метода ватметра - секундоміра систематична складова відносної похибки визначається за формулою:

$$\delta_e = \frac{t_n - t}{t} \cdot 100,$$

де  $t_n$  – нормальний час для даного лічильника: час, за який диск правильно працюючого лічильника повинен зробити  $N$  обертів при заданій потужності навантаження, с

$$t_n = \frac{36 \cdot 10^5 \cdot N}{P \cdot A};$$

$t$  – показання секундоміра, с;

$P$  – потужність навантаження, Вт (ВАр);

$A$  – передаточне число лічильника, що вказано на щиті – кількість обертів диска на 1 кВт·год (квар·год).

1.8.3 Визначення систематичної складової відносної похибки  $\delta_c$  трифазних лічильників при нерівномірному навантаженні ланцюгів струму треба проводити при:

а)  $\cos \varphi = 1$  ( $\sin \varphi = 1$ ) та струмах 20 і 100% від номінального значення для лічильників усіх класів точності та максимальному струмі – для лічильників активної енергії класу точності 2;

б)  $\cos \varphi = 0,5 \text{ ind.}$  ( $\sin \varphi = 0,5 \text{ ind.}$ ) та номінальному струмі – для лічильників усіх класів точності і 50% номінального струму – для лічильників класів точності 0,5 та 1,0.

Напруга та частота при цьому повинні бути номінальними.

Після проведення дослідів визначається різниця між значеннями систематичної складової відносної похибки при рівномірному та нерівномірному завантаженні ланцюгів струму:

$$\delta_{CP} = \delta_{c1} - \delta_c$$

1.8.4 Визначення коефіцієнта  $K_u$  – зміни систематичної складової відносної похибки при зміні напруги від 90 до 100% від номінального значення.

Вимірювання треба проводити при:

а)  $\cos \varphi = 1$  ( $\sin \varphi = 1$ ) та струмах 10% від номінального і 50% від максимального значення;

б)  $\cos \varphi = 0,5 \text{ ind.}$  ( $\sin \varphi = 0,5 \text{ ind.}$ ) та струмах 50% від максимального значення, коефіцієнт  $K_u$  обчислюється за формулою

$$K_u = 0,1(\delta'_c - \delta_c),$$

де  $\delta_c$  і  $\delta'_c$  – систематичні складові відносної похибки, при номінальному та при 0,9 або 1,1 номінального значення напруги.

1.8.5 Перевірка порогу чутливості треба проводити при номінальній напрузі,  $\cos \varphi = 1$  ( $\sin \varphi = 1$ ) та відповідному струмі.

Диск лічильника повинен почати обертатися та зробити не менше одного оберту за час, не перевищуючий час  $T$ , який визначається за формулою:

$$T = \frac{300}{m \cdot n_{ном}},$$

де  $n_{ном}$  – швидкість обертання диска при номінальному струмі, об/хв;

$m$  – поріг чутливості, % від номінального струму.

## 1.9 Проведення роботи

1.9.1 Підключити лічильники електроенергії до випробувального стенду (розділи 1.7.1 – 1.7.2).

1.9.2 Виставити необхідну повірку лічильника електроенергії, що випробується (1.7.3).

1.9.3 Включити випробувальний стенд і виставити необхідні параметри струму та напруги, які подаються на лічильник електроенергії (розділи 1.7.4 – 1.7.8).

1.9.4 Провести випробування лічильників електроенергії та визначити похибки (згідно с розділом 1.7) та поріг чутливості.

1.9.5 Знизити напругу та струм в ланцюгах лічильників та відключити стенд (розділ 1.7.9 – 1.7.14)

1.9.6 За одержаними експериментальними даними провести розрахунки та визначити похибки лічильників. Та поріг чутливості (розділ 1.3).

1.9.7 Зробити звіт про проведену роботу.

## 1.10 Зміст звіту

Звіт про проведену роботу повинен містити:

1.10.1 Мета роботи.

1.10.2 Технічні дані вивчаємих лічильників електроенергії.

1.10.3 Результати визначення похибок лічильників (експериментальні дані та результати обробки експериментальних даних).

1.10.4 Висновки про проведену роботу.

## 2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

### “КОМЕРЦІЙНИЙ ОБЛІК ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ”

#### 2.1 Мета роботи

Ознайомитись з принципом побудови систем комерційного обліку електроенергії на підприємстві, а також з принципом дії, технічними та експлуатаційними характеристиками засобів комерційного обліку електроенергії та їх повіркою.

#### 2.2 Програма роботи

2.2.1 Вивчити принципи побудови системи комерційного обліку електроенергії.

2.2.2 Ознайомитись з технічними та експлуатаційними характеристиками лічильників активної та реактивної електроенергії.

2.2.3 Вивчити схеми підключення лічильників електроенергії.

2.2.4 Вивчити схему лабораторного стенда.

2.2.5 Визначити основні відносні похибки лічильників.

#### 2.3 Загальні відомості

Питання раціонального, економного витрачання електроенергії набувають важливішого значення для народного господарства країни. Найважливішою умовою вирішення цих питань є створення доступних і якісних систем обліку електроенергії.

Облік споживання електроенергії на промислових підприємствах здійснюють з метою:

а) розрахунку за електроенергію з енергопостачальними організаціями;

б) контролю споживання активної електроенергії в окремих цехах, технологічних лініях та інших об'єктах;

в) визначення кількості реактивної потужності, яку отримав споживач від електропостачальних організацій;

г) складання електробалансів підприємства у цілому, цехів і гру-



пах споживачів, що дає можливість аналізувати ефективність використання ними електроенергії;

д) розрахунок зі споживачами, які отримують електроенергію від підприємства.

Облік електроенергії, яку отримує споживач, для грошового розрахунку з електропостачальною організацією, називають розрахунковим комерційним обліком електроенергії. Лічильники, призначені для розрахункового обліку, називають розрахунковими лічильниками (класу точності 0,5), з класом точності вимірювальних трансформаторів струму та напруги – 0,5.

Розрахункові (комерційний) лічильники електроенергії на підстанції енергосистеми встановлюють:

а) для кожної лінії електропередач, яка входить від підстанції і належить споживачам;

б) для міжсистемних ліній електропередач по два лічильники для обліку одержаної та відпущеної електроенергії;

в) на трансформаторах власних потреб;

г) для лінії споживачів (селище і т.п.), які приєднані до шин власних потреб.

Розрахункові лічильники активної електроенергії на підстанціях споживачів встановлюють:

а) на вводі лінії електропередач у підстанцію (на межі балансової належності);

б) на стороні ВН трансформаторів при наявності електричного зв'язку з іншою підстанцією енергосистеми;

в) на межі розподілу основного споживача і субспоживача.

### **Електронний комбінований лічильник прямого або трансформаторного включення для вимірювання активної та реактивної енергії**

Серія комбінованих лічильників Z.B410CT та Z.B310CT включає до себе ряд пристроїв, які задовольняють різним вимогам відносно тиристорів та методики вимірювання.

*Позначення:*

ZMB – трифазні лічильники чотирипровідної схеми підключення;

ZPB – трифазні лічильники трипровідної схеми підключення;

310 – прямого включення, клас точності 1 для активної енергії та 2 – для реактивної енергії;

410 – трансформаторного включення, клас точності 1 для активної енергії та 2 – для реактивної енергії;

405 – трансформаторного включення, клас точності 0,5S для активної енергії та 1(2) – для реактивної енергії;

СТ – активна, реактивна та повна електроенергія;

АТ – активна енергія, тільки для лічильників з модулем Т647 та графіком навантаження;

В таблиці 2.1 приведені модулі лічильників електроенергії.

Таблиця 2.1 – Стандартні модулі.

Тарифні функції	Спосіб управління тарифами	
	зовнішнє	вбудоване реле часу
Тарифи: 8 енергії Е без збереження даних	T116	-
Тарифи: 8 енергії Е 8 потужності Р 15 значень для кожного тарифу зберігаються	T416	T446
Тарифи: 8 енергії Е 8 потужності Р 15 значень для кожного тарифу зберігається, графік навантаження	T647	T647

В таблиці 2.2 приведені основні технічні характеристики електронних комбінованих лічильників типу ZPB/ZMB 410 та ZFB/ZMB 310.

В лічильниках ZFB та ZMB використовуються суперконденсатори для збереження безперервної роботи календарного годинника на випадок відключення напруги.

На рисунку 2.1 приведена лицьова панель, а на рисунку 2.2 – місце встановлення пломб.

Таблиця 2.2 – Основні технічні характеристики лічильників типу ZPB/ZMB 410 та ZFB/ZMB 310.

№ п/п	Найменування параметру	Значення параметру
1	Вимірювальна напруга	0,8 - 1,15 $U_n$
2	Максимальний струм: вимірювальний тепловий торкання	10 А 12 А 0,004 А
3	Споживана потужність: ... кіл напруги ... кіл струму	до 2 Вт на фазу 0,03 Вт на фазу
4	Напруга керування тарифами	0,8 - 1,15 $U_t$
5	Потужність, що споживається одним входом керування	< 1 Вт
6	Діапазон зміни частоти	0,5 ... 1,05 $f_n$
7	Діапазон зміни температури	-20 ... +55 $^{\circ}\text{C}$
8	Вихідні реле: Навантажувальна здібність реле К1, К2, К3 реле К4, К5	250 В; 20,5 А; 30 Вт 250 В; 2А; 500 Вт
9	Постійні лічильника: ZF310 - 3 x 220 В ZF310 - 3 x 220/400 В ZF410/405 - 3 x 100 В ZF410/405 - 3 x 58/100 В	1000 імп/кВт*2 (імп/кВАр*2) 500 імп/кВт*2 (імп/кВАр*2) 20000 імп/кВт*2 (імп/кВАр*2) 20000 імп/кВт*2 (імп/кВАр*2)

Пояснення скорочень:

C1 – загальний для входів керування;

E1, E2, E3 – входи керування енергетичними тарифами;

КА, КВ – входи керування скиданням (обнуленням);

mВ – вхід керування інтеграційним періодом та/або заборона виміру потужності;

P1, P2 – входи керування тарифами потужності;

a: – передача сигналу спрацьовування контактів;

e: – передача моменту закінчення інтеграційного періоду;

cs – інтерфейс для зчитування даних;

214a – передача імпульсів фіксованої ціни механічними контактами;

SYN15 – синхронізація часового модулю (для спеціальних прикладень).

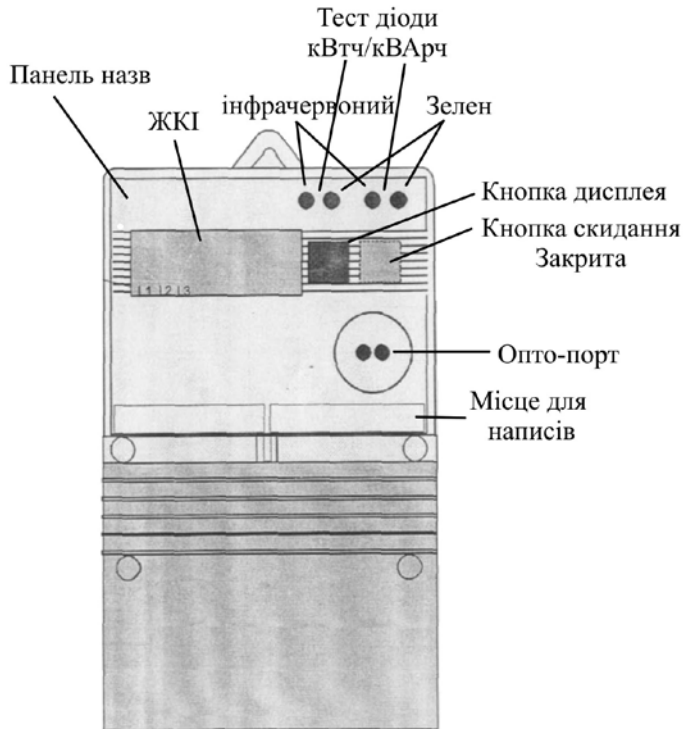


Рисунок 2.1 – Лицьова панель



Рисунок 2.2 – Встановлення пломб

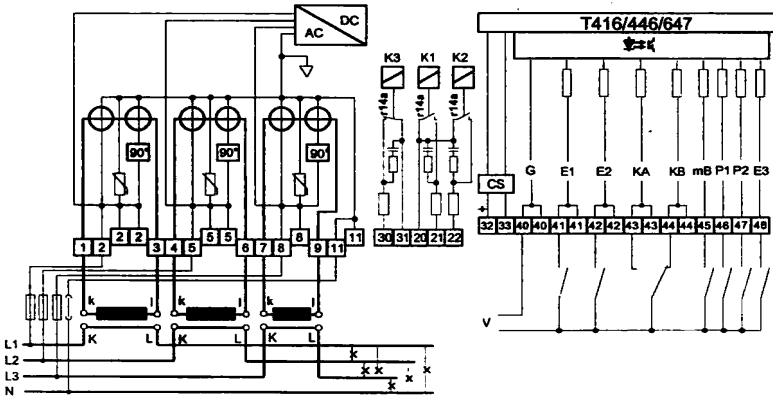


Рисунок 2.3 – Схема підключення ZMB405/410CT ..eCSr14ar14ar14a

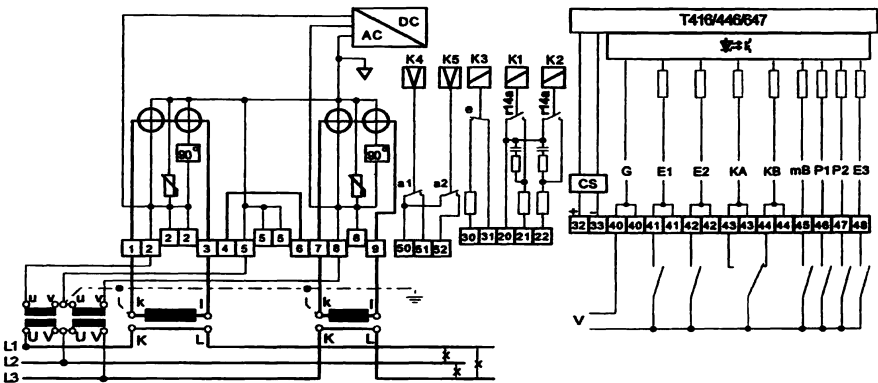


Рисунок 2.4 – Схема підключення ZFB405/410CT...

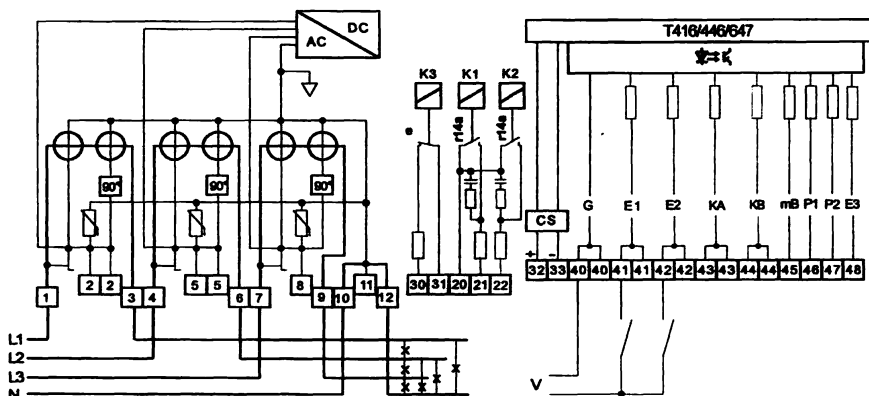
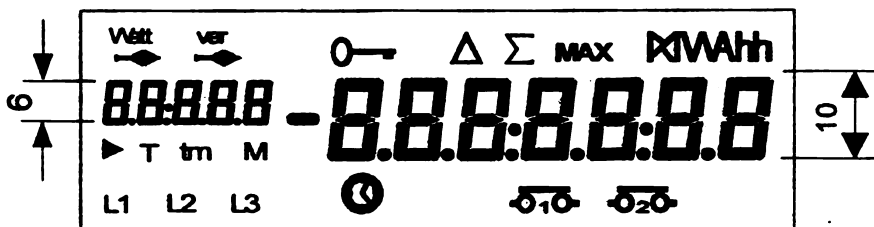


Рисунок 2.5 – Схема підключення ZMB310CT... eCSr14ar14a






Опис даних, що відображаються



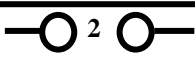
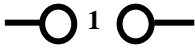
Дисплей ЖКІ лічильників Z.D405/410CT та Z.B310CT забезпечує просте та повне відображення різних даних. Ідентифікація різних значень проводиться за допомогою кодів та символів.

Таблиця 2.3 - Коды та символи, що використовуються	
<b>Watt</b>	<b>var</b>
↔	↔
	Напрямок потоку енергії: направо: прийом (споживання) електроенергії наліво: віддача (генерація) електроенергії, Watt – активна енергія, var – реактивна енергія

## Продовження таблиці 2.3

		Скидання (обнулення) тимчасово заборонено
$\Delta$		Відображення різниці показів (споживання електроенергії поміж двома моментами скидання)
$\Sigma$		Відображення максимальних значень (разом з <b>MAX</b> та <b>KW</b> ) або підсумкових величин енергії (кWh)
<b>MAX</b>		Відображення макс. і накопиченої макс. потужності
	<b>WAhh</b>	Усі можливі сегменти для відображення одиниць виміру енергії та потужності
<b>kWh</b>		Одиниці виміру активної потужності (без h) та енергії
<b>kWAhh</b>		Одиниці виміру реактивної потужності (без h) та енергії
<b>kWAh</b>		Одиниці виміру повної потужності (без h) та енергії
<b>MWh</b>		Великі величини енергії (МВт год) та потужності (МВт)
		Сегменти для кодів тарифів та зберегаємих значень
		Зображення діючого в даний час тарифу
<b>T</b>		Зображення тарифних даних
<b>tm</b>		Лічильник знаходиться у сервісному режимі, блимає, коли лічильник знаходиться в режимі калібровки
<b>M</b>		Відображення збережених значень
<b>L1, L2, L3</b>		Індикація фазних напруг L2 не відображається для 3-фазних 3-провідних лічильників (ZFB)
		Блимає при похибці за часом

## Продовження таблиці 2.3



Індикація контактів реле K4 (стан контактів): якщо символ  $\epsilon$  – контакти замкнуті

Індикація контактів реле K5 (стан контактів): якщо символу немає – контакти відкриті

Таблиця 2.4 - Приклад списку відображення даних

## Загальна

## інформація

Watt і VAr позитивні.

Фазні напруги L1, L2, L3 підведені

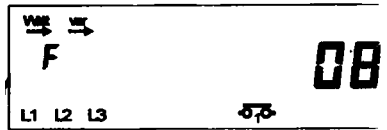
Реле K4 в спрацьованому положенні.

Реле K5 в неспрацьованому положенні

Перевірка дисплея



Повідомлення про помилку



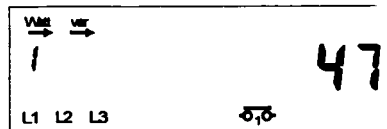
1-й ідентифікаційний номер (номер споживача)

Код 0, Строка 1




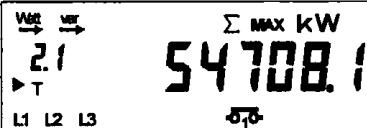
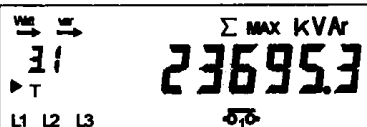
Скидання (обнулення)

Лічильник обнулень n  
Код 1





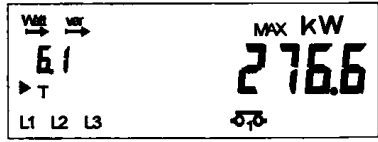
## Продовження таблиці 2.4

	Дата моменту обнулення №47 (31 березня 1993, північ)	
	Час моменту обнулення №47 (24:00 => 00:00)	
Значення потужності Максимальна потужність	Р макс. активної потужності Код 2 Тариф 1 (діючий тариф)	
	Р макс. реактивна потужність Код 3 Тариф 1	
Миттєва потужність	Р миттєва активна потужність зі станом інтеграційного періоду Код 4	
	Р миттєва реактивна потужність зі станом інтеграційного періоду Код 5	

## Продовження таблиці 2.4

Миттєвий максимум  
з датою та часом  
зі збереженими  
значеннями

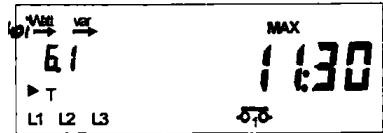
Р макс. миттєва  
активна потуж-  
ність  
Код б  
Тариф 1



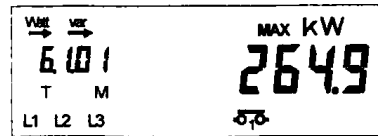
Дата Р макс. мит-  
тєва активна по-  
тужність



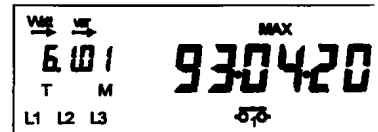
Час виникнення  
максимальної  
миттєвої потуж-  
ності Р макс.



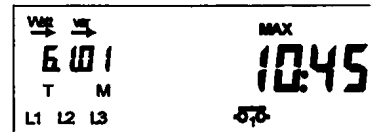
Збереження зна-  
чення Р макс.  
Тариф 1 активна  
потужність (мі-  
сяць 4=квітень)



Дата  
Р макс. в квітні  
активна потуж-  
ність



Час  
Р макс. в квітні  
активна потуж-  
ність



## Продовження таблиці 2.4

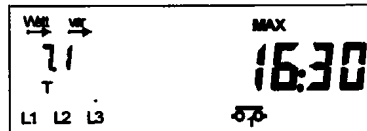
Р макс.  
Код 7  
Тариф 1  
Реактивна потужність



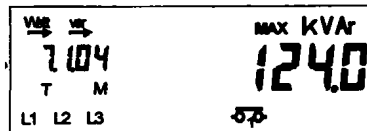
Дата  
Р макс. миттєва  
реактивна потужність



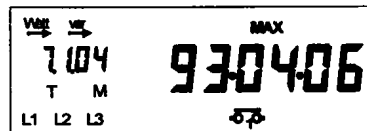
Час  
Р макс. миттєва  
реактивна потужність



Збережене значення Р макс.,  
Тариф 1 реактивна потужність  
(місяць  
4=квітень)



Дата  
Р макс. в квітні  
реактивна потужність

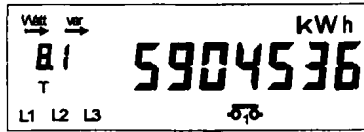
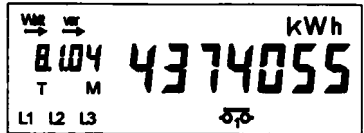
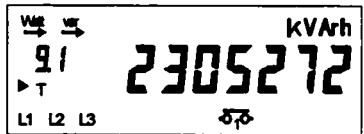
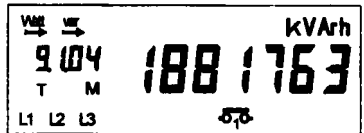


Час  
Р макс. в квітні  
реактивна потужність

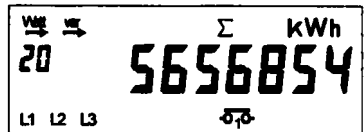
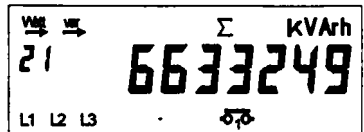


## Продовження таблиці 2.4


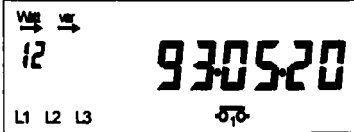
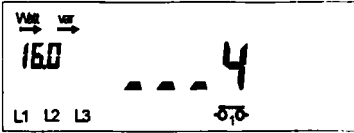
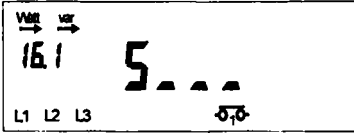
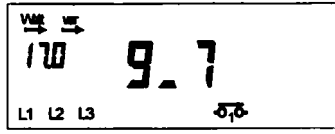
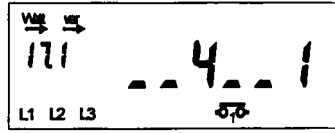
Значення енергії

Активна енергія  
миттєве значення  
Код 8, Тариф 1Активна енергія  
збережене значення за квітеньРеактивна енергія  
поточне значення  
Код 9  
Тариф 1Реактивна енергія  
збереження значення  
за квітень

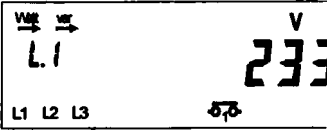





Підсумкові значення енергії

Підсумкова активна енергія  
Код 20 (або 8.0)Підсумкова реактивна енергія  
Код 21 (або 9.0)

## Продовження таблиці 2.4

Поточний час	Поточний час Код 11	
	Поточна дата Код 12 (20 травня 1993)	
Стан входів керування	Стан сигналів керування на входах керування тарифами Код 16	
	16.0: входи 41...44	
	16.0: входи 45...48	
	Число: Сигнал = 1	
	Прочерк: Сигнал = 0	
	Стан сигналів керування мікропроцесором Код 17	
	9=КВ, 8=КА, 7= мВ 6=Р3, 5=Р2, 4=Р1 3=Е3, 2=Е2, 1=Е1 Число: Сигн. = 1 Прочерк: Сигн.= 0	

## Продовження таблиці 2.4

Величини на- пруги та число подій	Напруга Фаза 1 = L1 Фаза 2 = L2 Фаза 3 = L3	
	Число провалів напруги, Код 71	
	Число падінь на- пруги, Код 72 Всі фази = 0	
	Число падінь на- пруги Фаза 1 = .1 Фаза 2 = .2 Фаза 3 = .3	
	Число перенап- руг Код 73 всі фази = 0	
	Число перенап- руг Фаза 1 = .1 Фаза 2 = .2 Фаза 3 = .3	

## 2.4 Стенд для повірки лічильників електроенергії

Призначення лічильників електроенергії приводять за допомогою установки У1134М (в подальшому – установка).

Установка призначена для повірки однофазних та трьохфазних лічильників активної та реактивної енергії, а також для повірки амперметрів, вольтметрів, ватметрів, варметрів, фазометрів змінного струму частотою 50 Гц.

*Технічні дані.*

2.4.1 Установка дозволяє повірять прилади змінного струму:

- однофазні та трьохфазні лічильники активної та реактивної енергії класу точності 2,0 та нижче за зразковим ватметром та секундоміром;

- амперметри, вольтметри, ватметри, варметри та фазометри класу точності 2,5 та нижче за зразковими приладам класу точності 0,5, а також класу точності 1 при використанні зразкових приладів класу точності 0,2

2.4.2 Живлення установки здійснюється від трьохпровідної мережі змінного струму напругою 220 В або від чотирьохпровідної мережі напругою 380 В та частотою 50 Гц. Зміна напруги з 220 В на 380 В проводиться перепризначенням схеми установки та фазорегулятора з "трикутника" на "зірку".

2.4.3 Установка забезпечує наступні номінальні значення струму в кожній фазі: 0,5; 1,0; 2,5; 5,0; 10; 25; 50 А.

2.4.4 Установка забезпечує наступні номінальні значення напруги в кожній фазі кола напруги: 150; 300; 600 В.

2.4.5 Установка має дві незалежні трьохфазні симетричні електричні кола для роздільного регулювання струму, напруги та кута зсуву між ними.

2.4.6 Регулювання пристрою струму та напруги забезпечує плавне пофазне регулювання у межах від 2% до 125% від номінальних значень струму та у межах від 2% до 110% від номінальних значень напруги.

2.4.7 Кути зсуву фаз між напругою та струмом регулюються від  $0^{\circ}$  до  $120^{\circ}$  за допомогою фазорегулятора.

## 2.5 Порядок роботи

2.5.1 Встановити лічильник електроенергії, що повіряються, на робоче місце – підвісити до держака верхньої стійки.

2.5.2 Підключити лічильник електроенергії, що повіряється, до зажимів фазних напруг, виведених на стенді, та в розсічку кіл фазних струмів згідно зі схемою підключення лічильника.

*Примітки:*

1. Схема підключення лічильника зображена на його кришці вихідних зажимів.

2. При підключенні струмових обмоток лічильника на стенді знімається закоротка і до вихідних зажимів підключається лічильник.

2.5.3 За допомогою перемикача встановити необхідну схему повірки даного типу лічильників.

У випадку повірки лічильників реактивної енергії з внутрішнім зрушенням 60<sup>0</sup> перемикач В13 переключити в положення, що відповідає встановленій на ватметрах номінальній напрузі.

2.5.4 Встановити необхідні межі регулювання за струмом штепсельним перемикачем та за напругою перемикачем 150 В, 300 В, 600 В у відповідності з номінальними значеннями струму та напруги лічильників, що повіряються.

2.5.5 Перевести перемикач "СЕТЬ" в положення "ВКЛ". При цьому повинна засвітитися зелена сигнальна лампа.

2.5.6 Відрегулювати величину напруги.

2.5.6.1 Перевести перемикач "ЛИНЕЙНОЕ – ФАЗНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ" в положення "ФАЗНОЕ".

2.5.6.2 Перевести перемикач "НАПРЯЖЕНИЕ" в положення "ВКЛ". При цьому, якщо ввімкнена мережа регулювання 600 В, то повинна засвітитися червона сигнальна лампа.

2.5.6.3 Включити в тих фазах, які потрібні, вимикачі регулюючого пристрою кола напруги – тумблери В4 - В6, що знаходяться на нижній частині панелі стенда (якщо повіряються трифазні лічильники – В4 - В6 ввімкнені).

2.5.6.4 Обертаючи ручки автотрансформаторів кіл напруги, встановіть за контрольними приладами - вольтметрами потрібну напругу на кожній фазі.

Якщо в колах напруги буде перевантаження або коротке замикання та спрацює захисний пристрій, встановіть вимикач "НАПРЯ-



ЖЕНИЕ" в положення "ОТКЛ", ручки автотрансформаторів вивести в крайнє ліве положення. Після цього повторно включення можливе після усунення пошкоджень, та дозволу викладача.

2.5.7 Встановити потрібне значення напруги за контрольними вольтметрами.

2.5.8 Відрегулювати величину струму.

2.5.8.1 Перевести перемикач "ТОК" в положення "ВКЛ".

2.5.8.2 Повернути ручку автотрансформатора кола струму і виставити потрібне значення струму за контрольними амперметрами.

2.5.8.3 Встановити за допомогою фазорегулятора потрібний коефіцієнт потужності.

2.5.8.4 Провести замір показань зразкових лічильників та лічильників, що повіряються.

2.5.9 Після проведення повірки виведіть ручки автотрансформаторів в крайнє ліве положення.

2.5.10 Перевести вимикач регулюючих пристроїв кіл напруги у відключене положення.

2.5.11 Відключити штекери штепсельного вимикача.

2.5.12 Перевести вимикачі "НАПРЯЖЕНИЕ", "ТОК", "СЕТЬ" в положення "ОТКЛ". При цьому зелена та червона сигнальні лампи повинні погаснути.

2.5.13 Включити лічильники, що повіряються, та зразкові лічильники.

2.5.14 Замкнути перемички зажимів для кіл струму.

## **2.6 Визначення основної відносної похибки лічильника електроенергії**

Визначення відносної похибки лічильника, що повіряється, здійснюється методом зразкового лічильника на вимірювальних установках при значеннях інформаційних параметрів вхідних сигналів (таблиця 2.3). Структурна схема повірки лічильників приведена на рис. 2.6.

Відносна похибка обчислюється за наступною формулою:

$$S = \frac{W_n - W_o}{W_o} \cdot 100\%,$$

де  $W_n$  – показання лічильника, що повіряється, кВт\*год;

$W_o$  – показання зразкового лічильника, кВт\*год.

Результати повірки вважаються позитивними, якщо основна відносна похибка лічильника не перевищує межі допустимих значень (таблиця 2.5)

Визначення основної похибки при нерівномірному завантаженні проводиться при періодичній повірці на вимірювальних установках для направлення "прямо" при номінальних значеннях струму напруги,  $\cos \varphi = 1$  при струмі в одній із фаз (почергово для кожної фази).

Таблиця 2.5 – Допустимі значення похибки лічильників

Номер випробування	Інформативні параметри вхідного сигналу			Межа допустимого значення основної відносної похибки, % для класів лічильників			Напрямок активної енергії
	Напруга, % від номінального значення	Сила струму, % від номінального значення	$\cos \varphi$	0,2	0,5	1,0	
1	100	1	1,0	0,58	1,45	2,9	пряме
2	100	10	-0,5	0,26	0,65	1,3	пряме
3	100	10	0,5	0,26	0,65	1,3	пряме
4	100	100	1,0	0,2	0,5	1,0	пряме
							зворотне
5	100	100	0,5	0,2	0,5	1,0	пряме
6	100	120	1,0	0,2	0,5	1,0	пряме
7	100	120	0,5	0,2	0,5	1,0	пряме
8	100	120	-0,5	0,2	0,5	1,0	пряме
9	100	100	1,0	0,2	0,5	1,0	пряме
10	100	100	0,5	0,2	0,5	1,0	пряме
11	90	100	1,0	0,2	0,5	1,0	пряме
12	90	100	0,5	0,2	0,5	1,0	пряме

Примітка. У зв'язку з тим, що у лічильників типу ZB та ZU обчислення реактивної енергії проводиться на основі математичної обробки

того масиву результатів виміру миттєвих значень потужності, що при вимірах активної енергії, необхідності в окремому експериментальному визначенні похибки виміру реактивної енергії немає.

## 2.7 Перевірка відсутності самоходу

Перевірка відсутності самоходу у лічильників проводять при значеннях напруги 0,9 та 1,1 від номінального значення і при відсутності струму в колах струму лічильника.

Відсутність або наявність самоходу визначається за числом спрацьовування вхідних імпульсів з контактів r41 датчиків лічильників, що перевіряються, або з оптичних індикаторів.

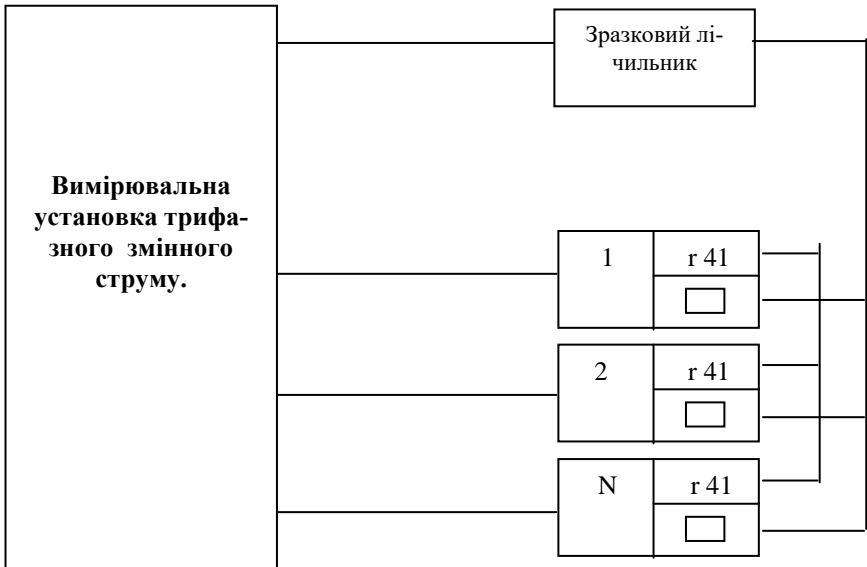
Записи проводяться з початку повірки та через кожні 12 хвилин на протязі однієї години.

Результати повірки вважаються позитивними, якщо кожний оптичний індикатор або контакт r41 спрацьовує не більше одного разу за годину.

## 2.8 Перевірка порогу чутливості

Перевірки порогу чутливості лічильників проводиться при номінальній напрузі,  $\cos \varphi = 1$  та значенні струму  $0,4\% I_n$ .

Оцінка порогу чутливості проводиться за числом спрацьовування датчика r41 або оптичного індикатора лічильника, що перевіряється. Спостереження проводяться на початку повірки та через кожні 10 хвилин на протязі однієї години. Результат повірки вважається позитивним, якщо оптичний індикатор або контакт r41 спрацьовують не менше одного разу за час спостереження.



□ – оптичний вихід лічильників, що повіряються;  
 - 1,2.. N – лічильники, що повіряються;

Рисунок 2.6 – Структурна схема повірки лічильника сімейства ZU і ZB методом зразкового лічильника

## 2.9 Оформлення результатів повірки

2.9.1 Лічильник, що пройшов повірку з позитивним результатом, пломбують та накладають відтиск повірочного клейма.

2.9.2 За результатами зроблених вимірів оформлюється протокол у вигляді таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Протокол повірення лічильника електричної енергії.

типу \_\_\_\_\_ класу точності \_\_\_\_\_

$U_n =$  \_\_\_\_\_  $I_n =$  \_\_\_\_\_ заводський № \_\_\_\_\_

Сила струму, % $I_n$		Основна похибка							Допустиме значення основної похибки	
		1		10		100		120		
На-пруга, % $U_n$	$\cos \varphi$	1,0	-0,5	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	-0,5	
100	пряме									
	зворотне									
110 пряме										
90 пряме										
100 фаза А										
100 фаза В										
100 фаза С										

Перевірка самоходу \_\_\_\_\_

Поріг чутливості \_\_\_\_\_

## 2.10 Зміст звіту

Звіт про проведену лабораторну роботу повинен містити:

2.10.1 Мета роботи

2.20.2 Технічні дані вивчаємих лічильників електроенергії

2.10.3 Результати визначення основної відносної похибки лічильників електроенергії

2.10.4 Висновки про проведену роботу

### **Рекомендована література**

1. Правила роздрібного ринку електричної енергії. Затверджено постановою НКРЕ КП від 14.03.2018 № 312

2. Кодекс комерційного обліку електричної енергії. Затверджено постановою НКРЕ КП від 14.03.2018 № 311

3. Кодекс системи розподілу електричної енергії. Затверджено постановою НКРЕ КП від 14.03.2018 № 310

4. Кодекс системи передачі електричної енергії. Затверджено постановою НКРЕ КП від 14.03.2018 № 309

5. Концепція побудови автоматизованих систем обліку електричної енергії в умовах енергоринку. Постанова КМУ № 826 від 18.05.2000р.-18с.

6. Технічні та організаційні вимоги до побудови автоматизованих систем обліку електричної енергії на об'єктах НЕК „Укренерго”. Затверджено НТР НЕК „Укренерго” 29.03.2000р.

7. Правила приєднання електроустановок до електричних мереж