

ЛІТЕРАТУРА



НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ**

**Кафедра
енергозбереження та
енергетичного менеджменту**

**Коваль В.П.
Лучейко І.Д.**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт
з курсу

**Системи вимірювання, обліку
та управління
енерговикористанням**

Тернопіль
2015

Коваль В.П. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Системи вимірювання, обліку та управління енерговикористанням» / В.П.Коваль, І.Д.Лучейко, [Текст]. – Тернопіль: ТНТУ, 2015. – 47 с.

Укладачі: Коваль Вадим Петрович,
доцент
Лучейко Ігор Дмитрович
доцент

Відповідальний за випуск Коваль Вадим Петрович
доцент

Викладено основні вимоги до підготовки та виконання лабораторних робіт з курсу «Системи вимірювання, обліку та управління енерговикористанням», зміст і правила оформлення звіту про виконання і його захист. Подано основні теоретичні відомості для підготовки, технічні системи та обладнання, які використовуються при вимірюваннях, опис схеми установки і послідовність виконання лабораторних робіт.

Методичні вказівки призначені для студентів спеціальності "Енергетичний менеджмент".

Розглянуто й затверджено на засіданні кафедри енергозбереження та енергетичного менеджменту Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, протокол № 8 від 14.04.2015 р.

Схвалено та рекомендовано до друку на засіданні методичної комісії електромеханічного факультету Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, протокол № 6 від 23.04.2015 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
Лабораторна робота №1 ОБЛІК ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В ОДНОФАЗНИХ МЕРЕЖАХ	8
1.1. Теоретичні відомості.....	8
1.2. Схема установки.....	17
1.3. Хід роботи	19
1.4. Контрольні питання	19
1.5. Рекомендована література	20
Лабораторна робота №2 КОНТРОЛЬ ТА РЕЄСТРАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ЛІЧИЛЬНИКОМ.....	22
2.1. Теоретичні відомості.....	22
2.2. Схема установки.....	26
2.3. Хід роботи	28
2.4. Контрольні питання	28
2.5. Рекомендована література	29
Лабораторна робота №3 ПРИЛАДИ ДЛЯ ВИМІРУ КІЛЬКОСТІ ТЕПЛА, ЩО СПОЖИВАЄТЬСЯ.....	30
3.1. Теоретичні відомості.....	30
3.2. Схема установки.....	34
3.3. Хід роботи	35
3.4. Опрацювання експериментальних даних	35
3.5. Контрольні питання	36
3.6. Рекомендована література	36
Лабораторна робота №4 БАГАТОТАРИФНИЙ ОБЛІК ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ	37
4.1. Теоретичні відомості.....	37
4.2. Схема установки.....	44
4.3. Хід роботи	46
4.4. Контрольні питання	46

ВСТУП

Виконуючи лабораторну роботу з курсу «Системи вимірювання, обліку та управління енерговикористанням», студенти отримують відповідні навички роботи з вимірювальними приладами і технічним устаткуванням, розвивають спостережливість, привчаються глибше аналізувати фізичні процеси.

Враховуючи істотне значення лабораторних робіт, особливо для вивчення предмету «Системи вимірювання, обліку та управління енерговикористанням», необхідно повністю виконувати всі роботи, передбачені програмою. Для цього слід дотримуватися прийнятої організації занять у лабораторії.

Як правило, лабораторні роботи виконують безпосередньо після вивчення одного або кількох розділів теоретичного курсу, оскільки вони є практичним підтвердженням теоретичних положень і висновків.

На початку першого заняття в лабораторії студенти повинні ознайомитися з технікою безпеки в лабораторії і порядком виконання лабораторних робіт, звертаючи увагу на їх загальні особливості. Після цього студенти приступають до роботи. Вказівки до виконання заданої роботи вони отримують від викладача під час бесіди або інструктажу біля кожного робочого місця.

Головне при виконанні роботи – повна самостійність. Виконуючи лабораторну роботу, студенти повинні проявляти ініціативу в подоланні труднощів. Звертатися до викладача слід лише тоді, коли вичерпані всі можливі вирішення питань про структуру тієї або іншої схеми, методикку виконання окремих етапів лабораторної роботи.

Якщо лабораторну роботу виконують одночасно три-чотири студенти, потрібно аби кожен з них мав певні завдання і виконував їх по черзі.

Можна скористатися і іншим методом, при якому схему збирає один студент, а інші стежать за роботою і весь час контролюють його. Зібрану схему перевіряють, також дотримуючись черговості.

Підготовка та допуск до лабораторних робіт. Для того, щоб студенти змогли свідомо виконувати практичні завдання в лабораторії, вони заздалегідь повинні до них підготуватися, не тільки вивчаючи теоретичну частину курсу, але і ознайомитись із методичними вказівками до виконання кожної лабораторної роботи.

Облік лабораторних робіт викладач веде в журналі на відведених для цього сторінках. У журналі він проставляє допуск до виконання роботи, відробку та захист, враховуючи якість виконання, отримання найхарактерніших результатів, відношення студента до роботи в процесі її виконання, уміння самостійно узагальнювати результати, а також якість звіту. В звіті повинні бути схеми (рисунок панелей приладів для відповідних робіт), графіки, чітко виконані таблиці результатів, зрозуміло і лаконічно висловлений короткий опис виконання роботи й особливо висновків, що узагальнюють її результати.

Готуючись до лабораторної роботи, потрібно повторити теоретичний матеріал, користуючись рекомендованою літературою, вказаною в кінці даних методичних вказівок.

Потім студентам необхідно детально ознайомитися зі змістом роботи, переліком приладів і устаткування, з'ясувати поставлену мету, розглянути схеми з'єднання приладів, з'ясувати найприйнятніші номінали вимірювальних приладів і технічні дані устаткування, уважно прочитати розділ «Хід роботи», звернути увагу на рекомендовані електричні режими, методику виконання вимірювань і необхідних обчислень, ознайомитися з формами таблиць, в які вони записуватимуть результати вимірювань.

У результаті попередньої підготовки слід оформити звіт, в якому повинні бути:

1. Назва та мета роботи.
2. Схема установки та її короткий опис.
3. Хід роботи із таблицями результатів вимірювань і розрахунків для подальшого виконання лабораторної роботи.

На всі питання, що виникли під час підготовки, треба знайти відповідь, користуючись рекомендованою літературою. Незрозумілі питання слід обговорити з викладачем.

Під час отримання допуску до виконання лабораторної роботи потрібно представити викладачу звіт про попередню підготовку, оформлений згідно з чинними нормами та правилами, сказати назву та мету, хід роботи, описати схему установки, дати відповіді на запитання про принцип дії та будову вимірювальних приладів, які використовуються.

Виконання лабораторних робіт. Для успішного виконання лабораторних робіт у відведений за розкладом час студенти повинні точно дотримуватися основних положень, що визначають порядок і методичну послідовність дій під час лабораторних занять:

1. Кожен студент зобов'язаний виконувати вимоги внутрішнього розпорядку, встановленого в лабораторії навчального закладу, і строго дотримуватися правил техніки безпеки під час роботи з електричними установками.

2. Лабораторні роботи студенти виконують бригадами (по 2 – 3 людини). Кожен член бригади повинен оформити звіт.

3. Лабораторні роботи проводяться за розкладом відповідно до графіка, складеного викладачем. Робочі місця в лабораторії можна міняти лише з дозволу і за вказівкою викладача.

4. Кожну лабораторну роботу виконують на певному столі, біля якого прикріплена табличка з її номером відповідно до тематики, складеної викладачем. Переставляти технічні системи й устаткування зі столу на стіл без дозволу викладача забороняється.

5. Перед виконанням завдання перш за все потрібно ознайомитися з устаткуванням і його технічними характеристиками, відповідно до вказівок, наведених в описі виконуваної роботи. Записують технічні характеристики тих деталей, приладів і устаткування, які фактично використовувалися, оскільки залежно від місцевих умов лабораторії деякі технічні системи можуть відрізнятися від вказаних в описі.

6. Перед складанням схеми кожної вимірювальної установки треба ознайомитися зі схемами вмикання приладів, чітко представляти відповідність затискачів тим або іншим точкам схеми. З'єднуючи технічні системи й апаратуру, необхідно прагнути, аби кола виходили простими й наочними, щоб контакти були щільно затиснені, а сполучні провідники були якомога коротші, але не натягнуті.

7. Після складання схеми студентам потрібно звернутись до викладача або лаборанта з проханням перевірити, чи правильно складена схема.

8. Джерела живлення вмикають тільки після дозволу викладача і в останню чергу, перед виконанням роботи, а вимикають їх після закінчення роботи в першу чергу. Якщо потрібно провести перемикання в схемі, обов'язково вимикають джерела живлення. Знову вмикати їх можна лише з дозволу викладача.

9. Забороняється залишати під напругою навчальну схему і технічні системи.

10. Про виявленні несправності приладів і апаратури повідомляють викладача. Самостійно усувати несправності забороняється.

11. Під час виконання лабораторних робіт треба дбайливо поводитися з приладами, деталями, апаратурою й устаткуванням, маючи на увазі, що ними користуватимуться й інші студенти.

12. Результати вимірювань слід показати викладачу, після чого схему можна розібрати. Технічні системи й апаратуру треба розмістити на столі в такому порядку, в якому вони були до початку роботи.

Оформлення звіту про виконання лабораторних робіт. За кожною виконаною лабораторною роботою студент оформляє звіт. На титульній сторінці звіту треба вказати міністерство, якому підлеглий навчальний заклад, назву навчального закладу, назву кафедри, в межах якої проводиться навчання студентів, номер лабораторної роботи, тему, групу, своє прізвище, ім'я, по батькові; в окремому місці повинна бути відмітка про допуск, виконання та захист звіту.

На решті сторінках повинні бути такі дані: схеми вимірювальних установок, перелік приладів і устаткування, хід роботи; таблиці із результатами виконання роботи, графіки і діаграми; висновки за результатами вимірювань і спостережень.

Складений звіт із дотриманням вимог оформлення, студент повинен здати викладачу на наступному лабораторному занятті й бути готовим відповісти на кожне з контрольних запитань, що відносяться до виконаної роботи.

Лабораторна робота №1

ОБЛІК ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В ОДНОФАЗНИХ МЕРЕЖАХ

Мета роботи: Ознайомитися та засвоїти знання і навички по однофазних мережах, підключати та складати схеми різних типів лічильників електричної енергії, зокрема однофазного індукційного.

1.1. Теоретичні відомості

У 1885 році італієць Галілео Ферраріс (1847–1897) зробив важливе відкриття, що два поля змінного струму, які не збігаються за фазою, можуть змусити обертатися суцільний ротор, такий як диск або циліндр. У 1888 році, незалежно від нього, американець хорватського походження Нікола Тесла (1857–1943) теж виявив явище обертання електричного поля. Ці відкриття стали основою для створення індукційних двигунів і відкрили шлях індукційним лічильникам.

Однофазні лічильники застосовуються для обліку електроенергії в споживачів, живлення яких здійснюється однофазним струмом (переважно, побутових). Порушення обліку можуть бути викликані наступними причинами: недотримання нормальних умов роботи лічильника, несправність лічильника, несправність вимірювальних трансформаторів, підвищене навантаження вимірювальних трансформаторів, підвищене падіння напруги в ланцюгах напруги; неправильна схема включення лічильника; несправність елементів вторинних ланцюгів. Несправності лічильника при недотриманні нормальних умов його роботи.

На сучасному ринку електропобутових приладів представлено безліч найрізноманітніших електролічильників, які відрізняються один від одного технічними експлуатаційними параметрами і характеристиками, але всі вони поділяються на два головних види: індукційні та електронні електричні лічильники.

Принцип дії індукційного лічильника

Лічильник електроенергії є електровимірвальним приладом для вимірювання числа електроенергії.

Принцип дії індукційних приладів (рис.1.1) заснований на механічній взаємодії змінних магнітних потоків з індуктивними струмами в рухомій частини приладу (рис. 1.2). У лічильнику один з потоків створюється електромагнітом, обмотка якого включена на напругу мережі (в якій вимірюється електроенергія). Цей потік перетинає рухливий алюмінієвий диск також індукує в ньому вихрові струми, замикаються навколо сліду полюса електромагніту напруги. Інший потік створюється електромагнітом, обмотка якого включена поспіль в ланцюг струму. Цей потік наводить у диску схожі вихрові струми, що замикаються навколо сліду полюса свого електромагніту. Взаємодія потоку електромагніту напруги з наведеними струмами в диску, потоком такого електромагніта з наведеними струмами в тому і диску потоком електромагніту напруги, з іншого боку, викликають електромагнітні сили, спрямовані по хорді диска також створюють обертовий момент. Такі лічильники називаються двопоточні.

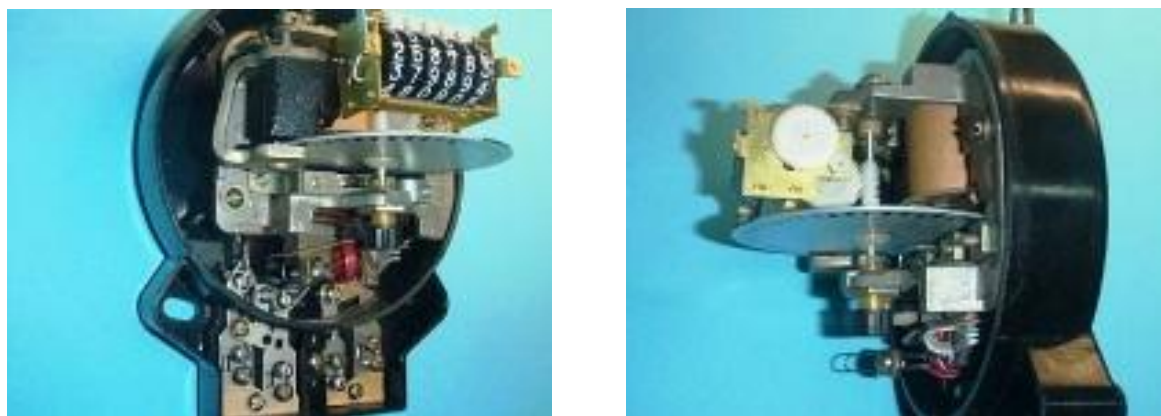


Рис.1.1. Індукційний лічильник

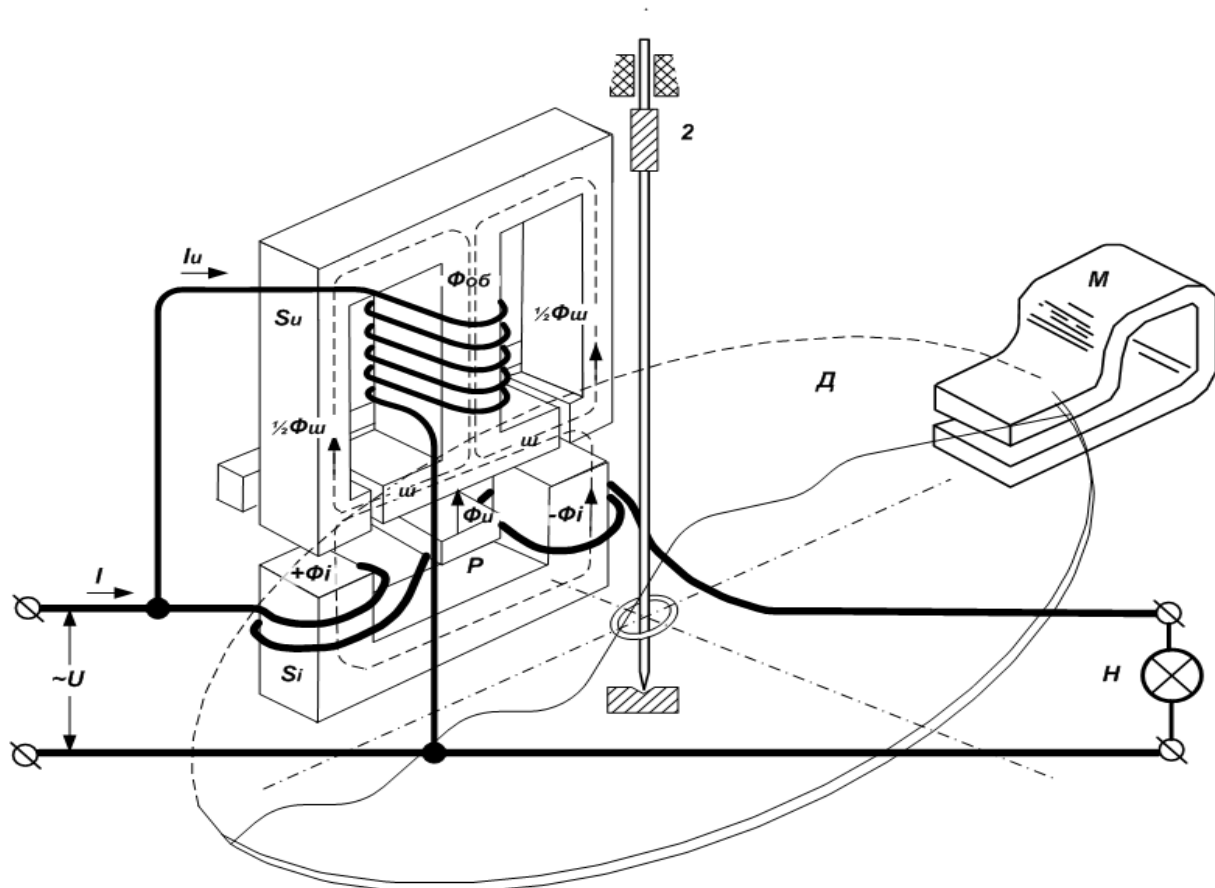


Рис. 1.2. Будова індукційного лічильника

Сучасні лічильники виконуються трьопоточні, в яких подвоєний обертаючий момент створюється за рахунок того, що магнітний потік ланцюга струму двічі перетинає алюмінієвий диск.

Магнітна система кола напруги S_u Ш-подібної форми розташована по хорді диска (звідси назва на відміну від радіальної системи, коли магнітна система кола напруги U-подібної форми розташована по радіусу диска) і має відгалуження шунтуючий магнітний потік і протиполіус P, магнітозв'язаний з бічними стержнями сердечника. Під магнітною системою кола напруги розташована U- подібна магнітна система кола струму S_i .

У зазорі між цими системами розташовується алюмінієвий рухомий диск Д. На середньому стержні Ш - подібного сердечника розташована багато-виткова котушка з тонкого дроту, що включається на напругу мережі U. Струм I_u , що проходить по цій обмотці, створює загальний магнітний потік $\Phi_{заг}$ кола

напруги, невелика частина якого Φ_u , називається робочим потоком, перетинає диск і через протиполюс Р замикається на бічні стержні Ш-подібного сердечника. Велика частина потоку $\Phi_{заг}$, не перетинаючи диска, замикається через магнітні шунти Ш, розгалужуючись на дві частини $\frac{1}{2} \Phi_u$. Цей неробочий потік Φ_u , як буде показано нижче, необхідний для створення необхідного зсуву між потоками Φ_U і Φ_I (внутрішнього кута лічильника).

На нижній магнітній системі Si розташовується маловіткова котушка з товстого дроту, що включається послідовно в ланцюг струму навантаження I. Магнітний потік Φ_I двічі перетинає алюмінієвий диск і замикається по магнітному шунту Ш верхнього сердечника і частково через його бічні стержні. Незначна неробоча частина потоку Φ_I замикається, не перетинаючи диск, через протиполюс Р. Ці складові потоку Φ_I на малюнку не показані. Спрощена векторна діаграма вимірювального елемента лічильника наведена на рис. 1.3 для загального випадку, коли струм навантаження відстає напруги U на кут j.

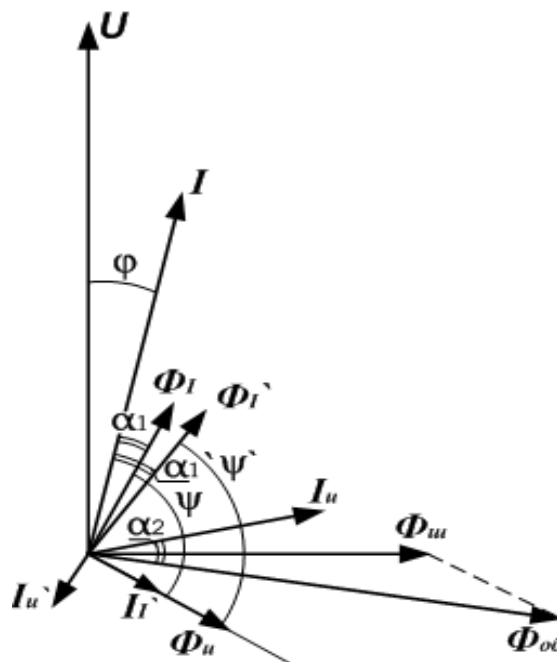


Рис. 1.3. Векторна діаграма вимірювального елемента лічильника

Магнітний потік Φ_I , проходячи по магнітопроводу, створює в ньому втрати на гістерезис і вихрові струми, внаслідок чого вектор потоку Φ_I відстає

від його струму I на кут α_1 . Зазвичай цей кут невеликий (близько 10°) і використовується при регулюванні лічильника по внутрішньому куті. Котушка напруги має велику індуктивну складову, внаслідок чого струм I_u відстає від прикладеної до неї напруги U на кут 70° . Потік Φ_{zag} відстає від його струму I_u на кут α_2 внаслідок втрат на гістерезис і вихрові струми в осерді, причому складова цього потоку Φ_U , яка перетинає диск, відстає на більший кут внаслідок додаткових втрат на вихрові струми в алюмінієвому диску. Кут зсуву фаз γ між потоками Φ_I і Φ_U для правильної роботи лічильника повинен дорівнювати 90° .

Електронний (статичний) електролічильник. На відміну від індукційних лічильників, електронні лічильники (рис. 1.4.) працюють на основі мікросхем, не містять обертових частин і виробляють перетворення сигналів, що надходять з вимірювальних елементів напруги струму, в пропорційні величини потужності та енергії.



Рис.1.4. Електронний лічильник

На рис. 1.5. представлена структурна схема електронного лічильника, заснованого на амплітудній і широтно-імпульсній модуляції.

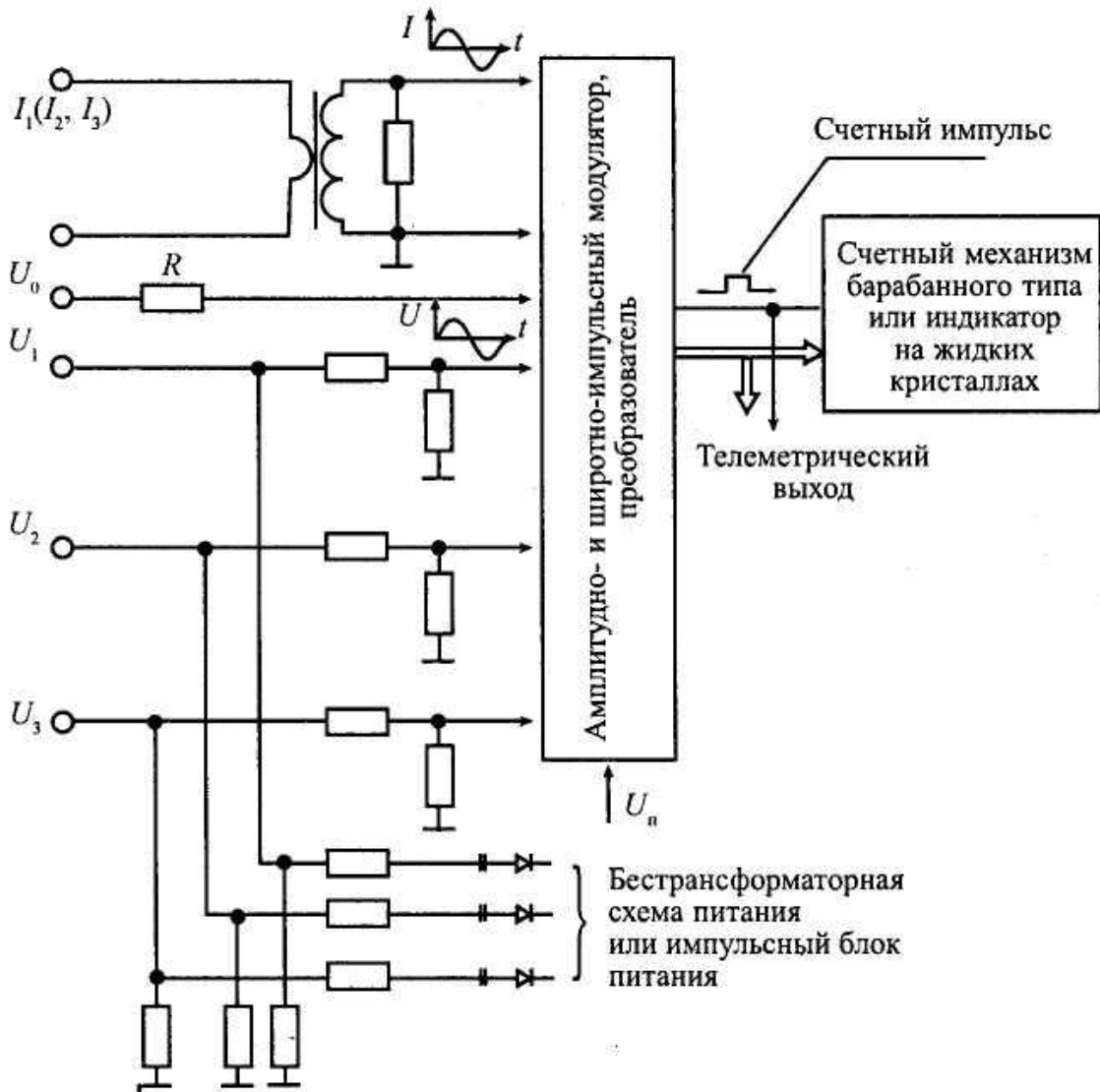


Рис. 1.5. Структурна схема електронного лічильника

Найбільш важливі функції електронних лічильників енергії – це тариф на лічильник і клас точності. Електролічильник може бути однотарифний або двотарифний. Двотарифні лічильники дають можливість платити за електроенергію менше, тому що у встановлений час вони автоматично переключаються на нічний тариф, який майже в 2 рази нижче денного. Двухтарифна система розрахунків передбачає окремі тарифи для дня (з 7:00 до 23:00) і ночі (з 23:00 до 7:00). Оскільки нічний тариф значно нижче денного, це

дає можливість істотно скоротити витрати на оплату електроенергії (особливо при перекладі на нічний режим таких енергоємних приладів, як пральні машини або електрообігрівачі).

«Клас точності» електролічильника вказує на рівень похибки вимірювань приладу. Раніше всі лічильники мали клас точності 2.5 (максимально допустимий рівень похибки цих приладів – 2,5%). Пізніше було введено новий стандарт точності приладів обліку, які використовуються в побутовому секторі – 2.0, що і стало вагомою причиною до повсюдної заміни індукційних лічильників на більш точні, з класом точності 2.0.

Переваги електронних лічильників:

- високий клас точності;
- багатотарифність;
- можливість обліку різних видів енергії одним приладом;
- можливість вимірів показників кількості і якості енергії та потужності;
- можливість фіксації несанкціонованого доступу і випадків розкрадання електроенергії;
- можливість створення сучасних АСКОЕ;
- можливість дистанційного знімання показників за різними цифровими інтерфейсами;
- можливість тривалого збереження даних обліку і доступу до них.

Лічильники електронні однофазні одностарифні призначені для технічного або комерційного обліку активної електричної енергії змінного струму частотою 50Гц в двопровідних мережах.

Лічильники електронні однофазні багатотарифні забезпечують багатотарифний облік активної електричної енергії в двопровідних мережах змінного струму частотою 50 Гц. Лічильники реєструють і зберігають значення спожитої електроенергії за тарифними зонами на початок кожного місяця, всього, з перевищенням ліміту потужності, з можливістю наступного перегляду на Рк-індикаторі. Використовуються автономно або в АСКОЕ.

Гібридні лічильники електроенергії (рис.1.6) рідко використовуваний проміжний варіант з цифровим інтерфейсом, вимірювальної частиною індукційного або електронного типу, механічним обчислювальним пристроєм.

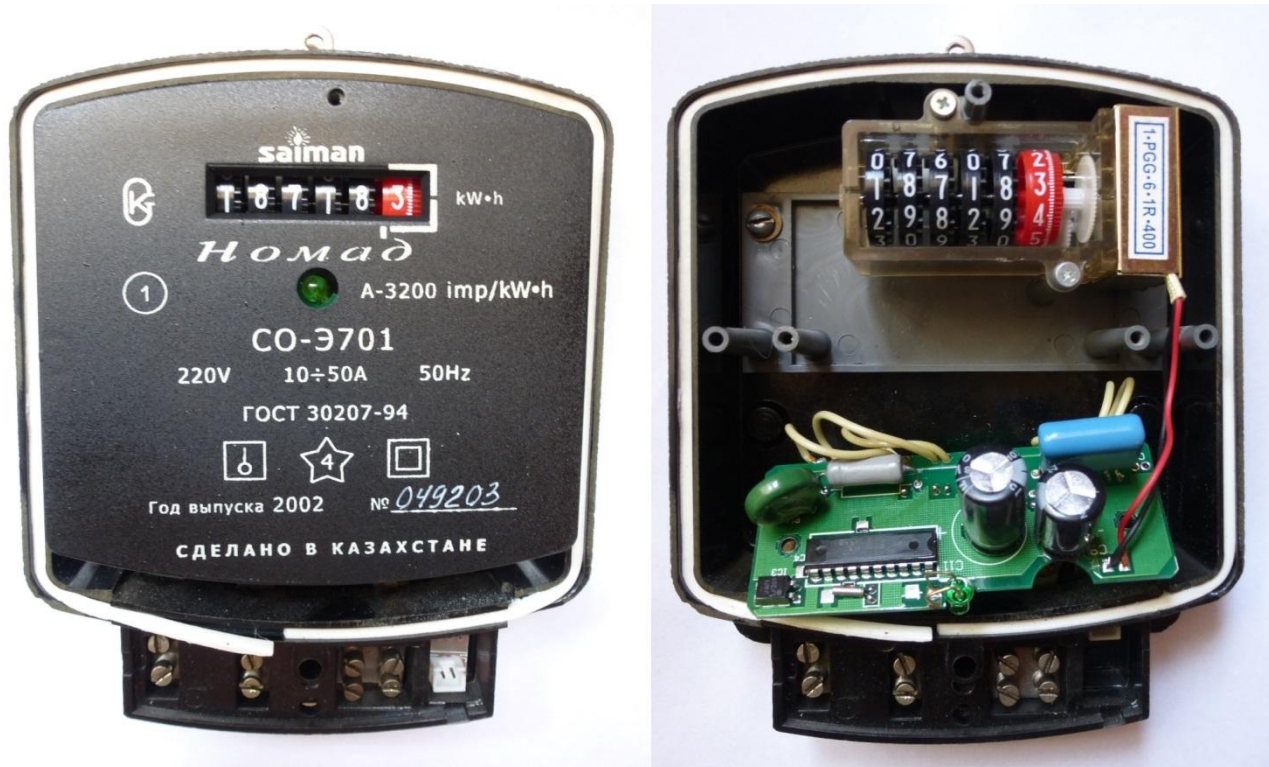


Рис.1.6. Гібридний лічильник електроенергії

Схеми підключення однофазного лічильника.

За способом включення лічильники можна розділити на 3 групи. Лічильники **безпосереднього включення** (прямого включення), Включаються в мережу без вимірювальних трансформаторів. Такі лічильники випускаються для мереж 0,4 / 0,23 кВ на струми до 100 А.

Лічильники **напів-трансформаторного включення**, Своїми струмовими обмотками включаються через трансформатори струму. Обмотки напруги включаються безпосередньо в мережу. Область застосування — мережі до 1 кВ.

Лічильники **непрямого включення**, Включаються в мережу через трансформатори струму та трансформатори напруги. Область застосування — Мережі вище 1 кВ. Лічильники непрямого включення виготовляються двох типів.

Схема включення однофазного лічильника зображена на рис. 1.7 , а. Обов'язковою вимогою при включенні лічильника є дотримання полярності підключення як по струму, так і за напругою.

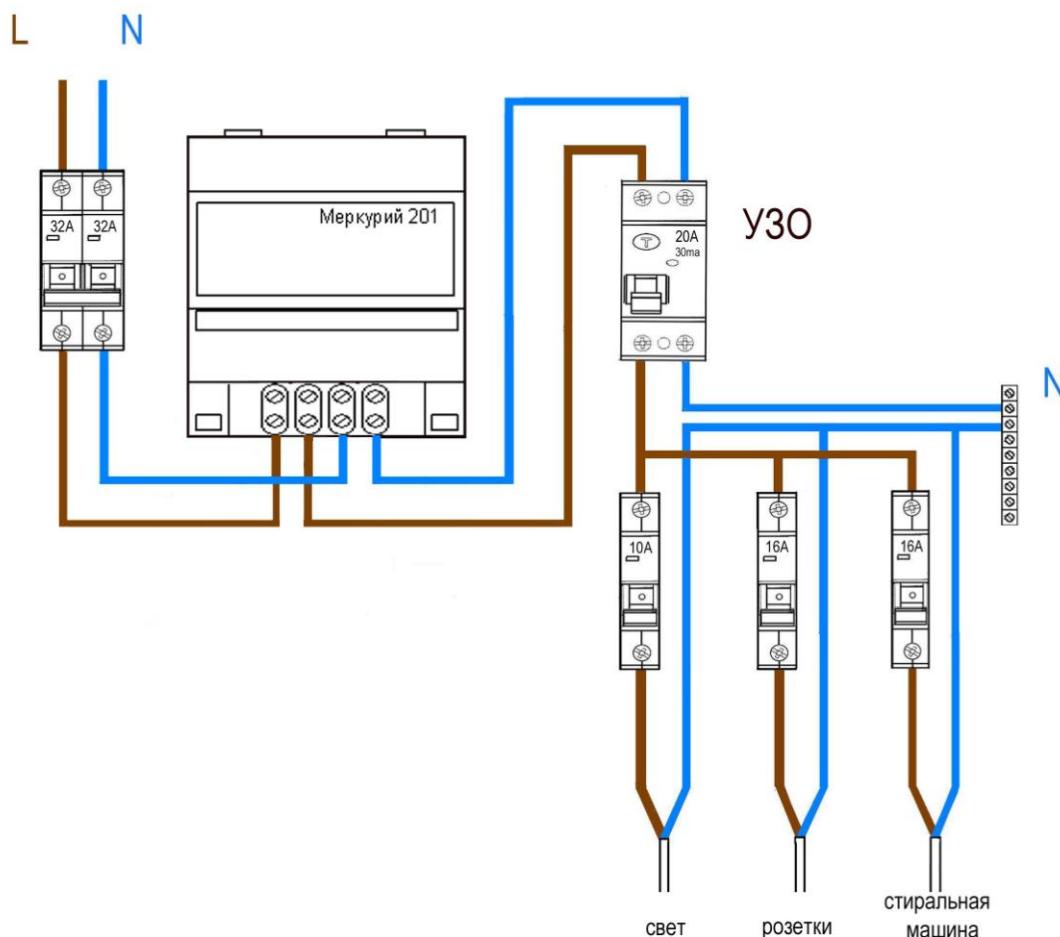


Рис. 1.7. Схема включення однофазного лічильника

На рис. 1.8, б зображена схема включення індукційного лічильника зі зворотним полярністю в струмового кола. В даному випадку зміна напрямку струму в колі створює від'мінний обертаючий момент, і диск лічильника буде обертатися у зворотній бік. Електронний однофазний лічильник в цьому випадку енергію не вимірює, і миготіння індикаторів не спостерігається. Нові типи електронних однофазних лічильників вимірюють електроенергію незалежно від полярності підключення струмового ланцюга.

Включення однофазного лічильника з зворотною полярністю по напрузі і струму показано на рис. 1.8 , в. В даному випадку фази струму і напруги

одночасно змінюються на 180° , а кут фазового зсуву залишається колишнім. Тому лічильник вимірює електроенергію відповідно до свого класу точності. На практиці використання схеми включення лічильника за рис. 1.8, в не допускається, оскільки вона дозволяє використовувати електроенергію без обліку.

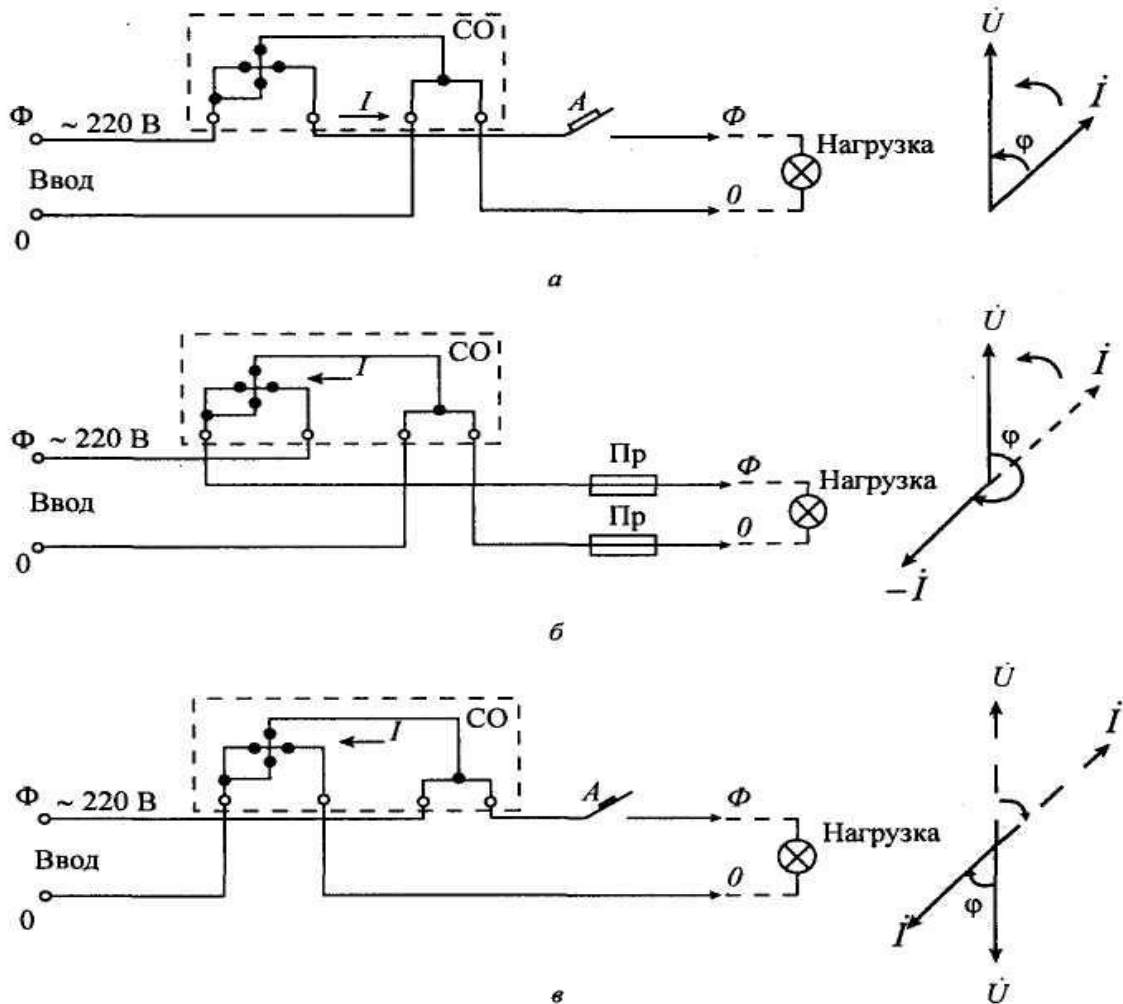


Рис. 1.8. Схеми включення і векторні діаграми однофазного лічильника (а), індукційного однофазного лічильника з зворотною полярністю в струмовому колі (б) і однофазного лічильника з зворотною полярністю в колі струму і напруги (в)

1.2. Схема установки

Схема стенду до лабораторної роботи № 1 представлена на [рис.1.9](#).

При побудові даного стенду були використані такі прилади і обладнання:

- однофазний індукційний лічильник типу СО-U446;

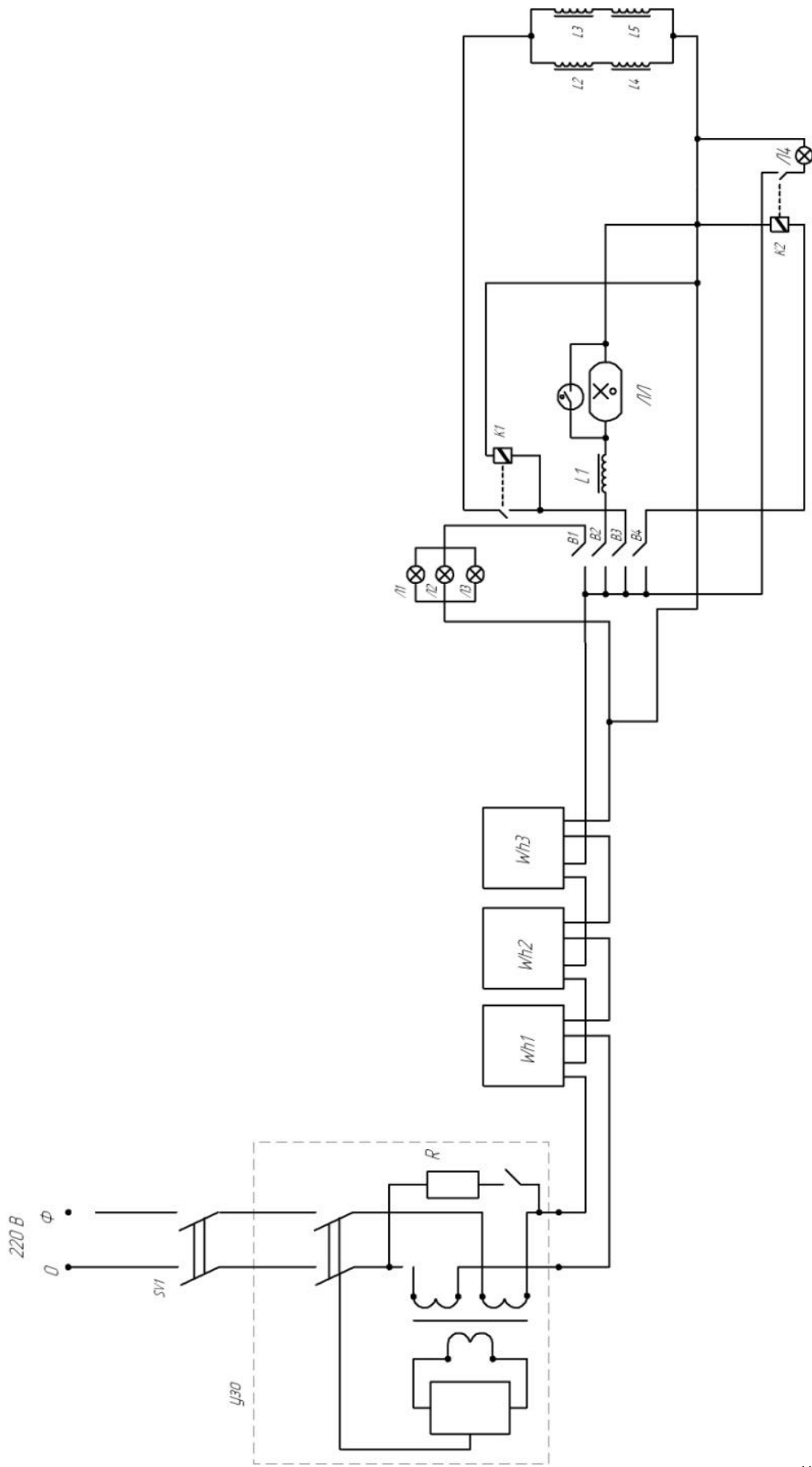


Рис. 1.9. Схема лабораторної установки № 1

- однофазний електронний лічильник типу СО-ЭА09;
- однофазний лічильник типу Енерготерм ЛМ-1Т 06;
- люмінесцентна лампа типу А-FT-0134;
- три лампи розжарювання потужністю 100 Вт;
- кварцово-галогенна лампа розжарювання потужністю 100 Вт;
- вимикач типу УЗОШ 10.2.010 УХЛ4;
- чотири дроселі типу ОПТИМА L36Вт;
- апарат пускорегулюючий типу 1УБИ-30/220-В ПП-010-У4;
- проміжне реле;
- стартер.

1.3. Хід роботи

1. Зібрати дослідну схему. Дати на перевірку викладачеві.
2. Подати живлення вхідним вимикачем.
3. Змінюючи навантаження вимикачами із інтервалом в 5 хвилин записати покази трьох лічильників кожену хвилину впродовж 40 хв.
4. Побудувати графіки навантаження.
5. Зробити висновок по роботі.

1.4. Контрольні питання

1. Який принцип дії індукційного лічильника?
2. Які відкриття стали основою для створення індукційних двигунів і відкрили шлях індукційним лічильникам?
3. Якими причинами може бути викликане порушення обліку електроенергії?
4. Які лічильники називаються двопоточні?
5. За яким принципом працюють електронні лічильники?
6. Назвіть найбільш важливі функції електронних лічильників енергії.
7. На що вказує клас точності електrolічильника?

8. Які переваги електронних лічильників?
9. Для чого призначені електронні лічильники однофазні одностарифні?
10. Що забезпечують електронні лічильники однофазні багатотарифні?
11. На які групи можна поділити лічильники за способом включення?

1.5. Рекомендована література

1. Метрологія та вимірювальна техніка. / За ред. проф. Є.С. Поліщука. – Львів: Видавництво „Бескид Біт”, 2003. – 544 с.
2. Головка Д.Б., Рого К.Г., Скрипник Ю.О. Основи метрології та вимірювань. – Київ: Либідь, 2001.– 408 с.
3. Методы и средства измерений. /Под ред. Куликовского.–М.: Энергоатомиздат, 1986.– 448 с.
4. Вострокнутов Н.Н. Цифровые измерительные устройства. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 208 с.
5. Аналоговые электроизмерительные приборы. / Под ред. Е.Г. Бишарда. – М.: Высш. шк., 1991.
6. Основы метрологии и электрические измерения. / Под ред. Е.М. Душина. – Л.: Энергоатомиздат, 1987 – 480 с.
7. Хофманн Д. Техника измерений и обеспечение качества. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 472 с.
8. Электрические измерения. / Под ред. В.Н. Малиновского. – М.: Энергоатомиздат, 1985.– 416 с.
9. Электрические измерения электрических и неэлектрических величин. / Под ред. Е.С. Полищука. – Киев: Вища шк., 1984. – 360 с.
10. Измерение электрических и неэлектрических величин. / Под ред. Н.Н. Евтихиева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 352 с.
11. Демидова-Панферова Р.М., Малиновский В.Н., Солодов Ю.С. Задачи и примеры расчетов по электроизмерительной технике.–М.: Энергоатомиздат, 1990. – 192 с.

12. Зыкин Ф.А. Измерение и учет электроэнергии. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 104 с.
13. Минин Г.П. Измерение электроэнергии. – М.: Энергия, 1974. – 104 с.
14. Электрические измерения (с лабораторными работами). / Под ред. В.Н. Малиновского. – М.: Энергоиздат, 1982.– 392 с.

Лабораторна робота №2

КОНТРОЛЬ ТА РЕЄСТРАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ЛІЧИЛЬНИКОМ

Мета роботи: Вивчити принципи дії і конструкцію лічильника. Навчитися здійснювати контроль та реєстрацію параметрів електричної енергії лічильником.

2.1. Теоретичні відомості

Якість електроенергії є ключовим показником, що впливає на надійність роботи технологічного обладнання і енергосистеми підприємства в цілому.

Контроль якості електричної енергії має на увазі оцінку відповідності показників встановленим нормам.

Основними завданнями контролю якості електроенергії є:

- перевірка виконання вимог стандарту в частині експлуатаційного контролю показників якості електроенергії (ПЯЕ) в електричних мережах загального призначення;
- перевірка відповідності дійсних значень показників якості електроенергії;
- розробка технічних і організаційних заходів щодо забезпечення якості електроенергії;
- визначення знижок (надбавок) до тарифів на електроенергію за її якість;
- сертифікація електричної енергії.

Залежно від цілей, розв'язуваних при контролі і аналізі якості ЕЕ, можна виділити п'ять методів контролю ПЯЕ:

- діагностичний;
- інспекційний;
- оперативний;
- комерційний;
- технологічний.

Діагностичний метод контролю якості ЕЕ. Основною метою є виявлення причин погіршення якості ЕЕ, нормалізація якості ЕЕ.

Інспекційний метод контролю якості ЕЕ. Здійснюється органами сертифікації для отримання інформації про стан сертифікованої електроенергії в електричних мережах енергопостачальної організації, про дотримання умов і правил застосування сертифіката, з метою підтвердження того, що якість ЕЕ протягом часу дії сертифіката продовжує відповідати встановленим вимогам.

Оперативний метод контролю якості ЕЕ. Необхідний в умовах експлуатації в точках електричної мережі, де є і в найближчій перспективі не можуть бути усунені спотворення напруги. Оперативний контроль необхідний у точках приєднання тягових підстанцій залізничного і міського електрифікованого транспорту, підстанцій підприємств, що мають електроприймачі з нелінійними характеристиками.

Результати оперативного контролю повинні надходити по каналах зв'язку на диспетчерські пункти електричної мережі енергопостачальної організації та системи електропостачання промислового підприємства.

Комерційний метод контролю показників якості ЕЕ. Здійснення обліку на межі розподілу електричних мереж споживача та енергопостачальної організації та за результатами якого визначаються знижки (надбавки) до тарифів на електроенергію за її якість.

Для моніторингу, контролю та аналізу якості електричної енергії та його впливу на мережі, трансформатори і навантаження, прилад контролю повинен забезпечувати аналіз, реєстрацію подій і автоматичне складання звітів по якості електроенергії.

Технологічний метод контролю якості ЕЕ. Передбачає контроль якості ЕЕ з тривалістю і (або) похибкою вимірювань, які можуть бути знижені в порівнянні з вимогами ГОСТ. Завданням технологічного методу є встановлення впливу технологічного процесу споживача електроенергії на якість ЕЕ.

Параметри електричної енергії реєструються за допомогою лічильників, які залежно від виконання призначені:

- для вимірювання активної та реактивної електричної енергії в одному або в двох напрямках за диференційованими в часі тарифами в трифазних мережах змінного струму промислової частоти;

- окремі виконання лічильників СТКЗ забезпечують контроль (моніторинг) основних параметрів вимірювальної мережі.

Лічильники забезпечують також:

- формування бази даних, що містить вимірювальну інформацію;

– передачу інтерфейсними каналами вимірювальної інформації, що зберігається в базі даних, пристроям обліку електричної енергії вищого рівня.

Область застосування лічильників – облік електричної енергії на енергетичних об'єктах, на промислових підприємствах і в комунально-побутовій сфері в умовах застосування диференційованих у часі тарифів на електричну енергію.

Лічильники призначені для використання в автоматизованих системах комерційного і технічного обліку електричної енергії (АСКОЕ), із застосуванням диференційованих у часі тарифів на електричну енергію, у тому числі по тарифам вихідних та святкових днів.

Лічильники електричної енергії типу «Энергия-9». Ці прилади розроблені спеціально для застосування в промисловості і на підприємствах енергопостачання, з урахуванням їх специфіки та вимог, що пред'являються до обліку електроенергії в цих галузях.

Лічильники цієї серії мають клас точності до 0,2S, можуть мати як пряме так і трансформаторне включення по струму, або по струму і напрузі; можуть застосовуватися в трипровідних або чотирипровідних мережах змінного струму. Всі лічильники обладнані інфрачервоним портом і портом RS485. В пам'яті лічильника зберігається пофазний графік навантаження для активної і реактивної енергії, ведеться пофазний графік струму. Термін зберігання кожного з графіків – 365 днів.

Лічильники дозволяють вести моніторинг поточного значення напруги, струму, потужності, $\cos\phi$, частоти мережі; зберігають графік енергії, півгодинні максимуми, ведуть журнал подій, програмуються на облік тарифних зон. Модифікації з керуванням навантаження дозволяють управляти зовнішнім контактором для включення/відключення навантаження, дозволяють знімати покази за відсутності напруги живлення. Ці лічильники ідеально підходять для побудови на їх основі автоматизованих систем комерційного і технічного обліку електроенергії.

Параметри багатотарифного лічильника СТК3-05Q2Т4Mt (рис. 2.1):

- трифазний;
- індикація РКІ;
- облік активної і реактивної енергії в двох напрямках;
- трансформаторне чотирипровідне включення по напрузі і по струму: 100 В, 5 А;
- багатофункціональний;



Рис. 2.1. Загальний вигляд лічильника електроенергії «Энергия-9»

- багатотарифний;
- формування графіка навантаження і струму пофазне;
- моніторинг параметрів мережі;
- фіксація максимумів;
- інтерфейс RS485;
- імпульсний вихід;
- оптопорт;
- журнал подій;
- діапазон робочих температур від -40 до +55 °С.

Умовне позначення:

3 – трифазний;

05 – клас точності 0,5S;

Q2 – облік активної і реактивної енергії в двох напрямках;

T4 – трансформаторне чотирипровідне включення по напрузі і по струму:
100 В, 5 А;

М – багатофункціональний, багатотарифний, формування графіка навантаження і струму пофазно, моніторинг параметрів мережі, фіксація максимумів, інтерфейс RS485, імпульсний вихід, оптопорт, журнал подій;

t – діапазон робочих температур від -40 до +55 °С.

Призначення кнопочок:

1 – індикація кількості активної енергії, накопиченої за діючого тарифу – облік споживання (+W);

2 – індикація кількості активної енергії, накопиченої за діючого тарифу – облік генерації активної енергії (-W);

3 – індикація поточного значення потужності споживання (генерації) активної енергії +P (-P);

4 – індикація кількості реактивної енергії, накопиченої за діючого тарифу – облік споживання (+Q);

5 – індикація кількості реактивної енергії, накопиченої за діючого тарифу – облік генерації реактивної енергії (-Q);

6 – індикація поточного значення потужності споживання (генерації) реактивної енергії +q (-q);

7 – індикація діючого значення напруги і струму фази А (або лінійної напруги U_{A-B} і струму фази А);

8 – індикація діючого значення напруги і струму фази В;

9 – індикація діючого значення напруги і струму фази С (або лінійної напруги U_{B-C} і струму фази С);

– індикація поточного значення частоти напруги мережі і поточних значень фазового зсуву φ (аргумента коефіцієнта потужності);

0 – включення/відключення звукового сигналу;

* – вхід в режим «Сервіс».

2.2. Схема установки

Схема лабораторної установки представлена на рис. 2.2.

Прилади та обладнання даного стенду:

- два автоматичні вимикачі типу С32 ВА-2001-3/32;
- трифазний лічильник енергії «Энергия-9»;

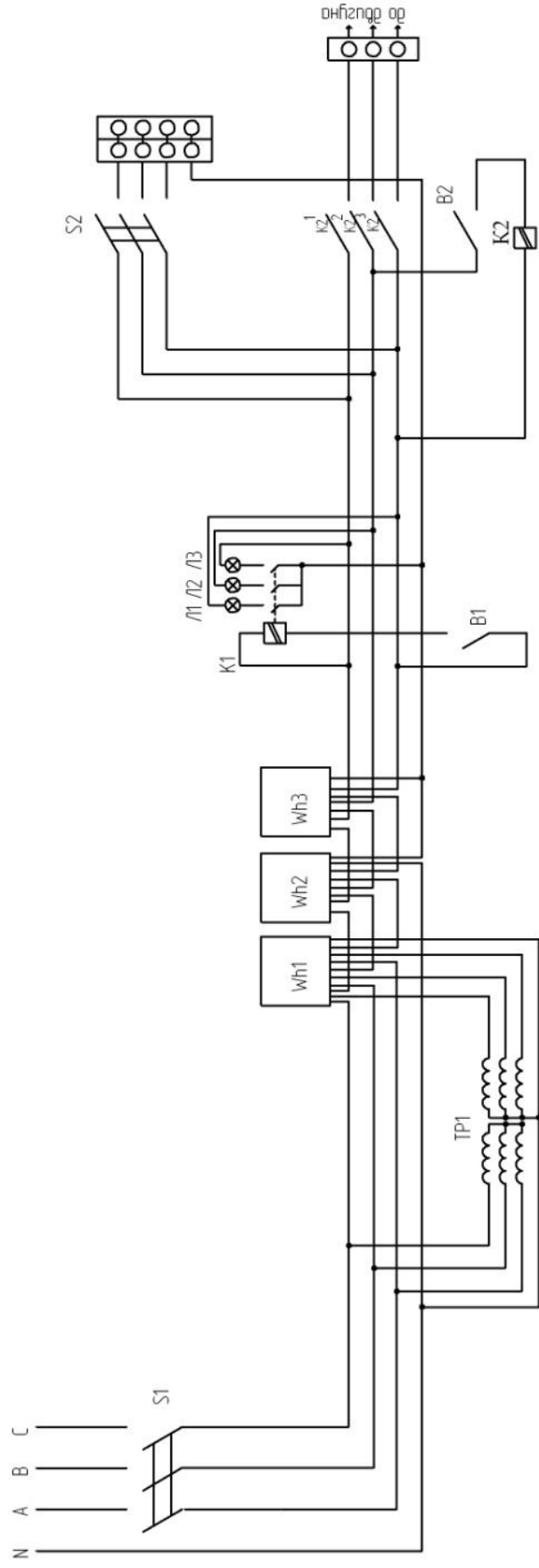


Рис. 2.2. Схема лабораторної установки № 2

- трифазний лічильник енергії СТ-ЭАО1;
- трифазний лічильник енергії Энергомера ЦЭ6803В;
- два вимикачі;
- два контактори;
- контактор типу 3TG 1001-ОАЛ2;
- три лампи розжарювання потужністю 25, 60 і 100 Вт.

Активним навантаженням у вимірювальному чотирипровідному трифазному колі служать три паралельно з'єднані лампи розжарювання загальною потужністю 220 Вт. Лампи приєднуються до кола через контактор K_1 і автоматичний вимикач B_1 .

Облік електроенергії здійснюється за допомогою трьох послідовно з'єднаних трифазних лічильників електроенергії.

Додаткове навантаження можна підключити за допомогою під'єднувальних затискачів, які під'єднані до трифазного кола через контактор K_2 . Вимірювальне коло з'єднується з мережею через автоматичний вимикач $B_{авт1}$.

2.3. Хід роботи

1. Зібрати дослідну схему. Дати на перевірку викладачеві.
2. Подати живлення вхідним вимикачем.
3. Змінюючи навантаження вимикачами із інтервалом в 5 хвилин записати покази трьох лічильників кожену хвилину впродовж 40 хв.
4. Побудувати графіки навантаження.
5. Зробити висновок по роботі.

2.4. Контрольні питання

1. Які є основні завдання контролю якості електроенергії?
2. Скільки є методів контролю ПЯЕ? Перерахуйте їх.
3. Як поділяються лічильники в залежності від призначення?
4. Якими портами обладнані лічильники?
5. Моніторинг яких параметрів дозволяють вести лічильники?
6. Який робочий діапазон температур лічильника?
7. Як розшифровується умовне позначення Т4?

8. Як розшифровується умовне позначення Q2?
9. В яких мережах застосовуються лічильники?
10. Яка основна мета діагностичного контролю якості ЕЕ?

2.5. Рекомендована література

1. Моделирование систем обеспечения надежности и качества электроснабжения: учеб. пособие / О. И. Хомутов, А. Н. Попов, Е. В. Кобзев. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2009. – 169 с.

2. Гатуллин, А. М. Основные принципы построения системы контроля, анализа и управления качеством электроэнергии / А. М. Гатуллин, М. Н. Бадретдинов, В. Л. Матухин, Д. Ф. Губаев // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2007. – № 11–12. – С. 42–49.

3. Сташин, В. В. Проектирование цифровых устройств на однокристалльных микроконтроллерах / В. В. Сташин, А. В. Урусов, О. Ф. Мологонцева [и др.]. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 304 с.

4. Мозгалев В. С. Оценка эффективности контроля качества электроэнергии в ЭЭС / В. С. Мозгалев, В. А. Богданов, И. И. Карташев, И. С. Пономаренко, С. Ю. Сыромятников // Электрические станции. – 1999. – № 1. – С. 12–18.

Лабораторна робота №3

ПРИЛАДИ ДЛЯ ВИМІРУ КІЛЬКОСТІ ТЕПЛА, ЩО СПОЖИВАЄТЬСЯ

Мета роботи: ознайомлення студентів з будовою та роботою приладів обліку споживання теплової енергії

3.1. Теоретичні відомості

3.1.1. Загальні відомості

Для розрахунку витрати теплоносія використовують рівняння:

$$Q = G \cdot c \cdot \Delta t \quad (1)$$

звідки видно, що кількість тепла, що отримується, залежить від витрати теплоносія G (т/год.) і різниці температур (Δt) теплоносія на вході t_1 і виході t_2 .

Наприклад, теплове навантаження на гуртожитки №1 і №2 складає (сумарно):

$$\begin{aligned} Q_{\text{опалення}} &= 1391080 \text{ кДж/год.} \\ Q_{\text{гар. водопост.}} &= 2304500 \text{ кДж/год.} \\ Q_{\text{сум.}} &= 3695580 \text{ кДж/год.} \end{aligned}$$

Розрахункові параметри теплоносія в теплових мережах ТЕЦ складають: $t_1=150^\circ\text{C}$; $t_2=70^\circ\text{C}$.

За цими даними визначають витрату теплоносія з рівняння (1):

$$G = \frac{Q}{c \cdot \Delta t} = \frac{3695580}{4,19 \cdot (50 - 70)} = 11025 \text{ кг/год.} = 11,03 \text{ т/год.}$$

На основі отриманої витрати теплоносія підбирається типорозмір лічильників води на постачальному і зворотному трубопроводах вузла обліку теплової енергії, що споживається.

Для виміру теплової енергії, що споживається будівлями типу гуртожитків, передбачений комплекс приладів, який складається з:

- лічильника гарячої води WS-50 з передавачем імпульсу REED 02.2, який встановлюється на постачальному трубопроводі теплової мережі;

- лічильника гарячої води WS-50, встановленого на зворотному трубопроводі теплової мережі для контролю витоків теплоносія в системі тепlopостачання абоненту;
- двох термодатчиків опору ОТ 5.7, які встановлені на постачальному і зворотному трубопроводах теплової мережі;
- багатофункціонального теплообчислювача УКР-431.

3.1.2. Визначення втрат напору в мережі від додатково встановлених опорів у вузлі обліку споживання теплової енергії

У зв'язку зі встановленням вузла обліку споживання теплової енергії в системі теплоспоживання виникають додаткові втрати тиску від встановлених елементів вузла обліку (звуження і розширення, фільтри, засувки, водоміри). Ці додатково встановлені опори не повинні впливати на нормальну роботу системи теплоспоживання абонента. Розрахуємо втрати тиску від указаних опорів вузла обліку теплової енергії. Розрахунок провадять за формулою:

$$P = R \cdot L + Z, \text{ Па} \quad (2)$$

де R – питомі втрати тиску на тертя в Па на 1 метр на розрахункових ділянках при заданій витраті теплоносія;

L – довжина додатково встановлених ділянок трубопроводів вузла обліку, м;

Z – втрати тиску в місцевих опорах вузла обліку, Па.

У вузлі обліку споживання теплової енергії використовуються трубопроводи з діаметром $D_y=50$ мм. Розрахункова витрата теплоносія дорівнює $G=11025$ кг/г.

На трубопроводі додатково встановлюють такі опори:

- засувки – 2 шт., коефіцієнт місцевого опору $\zeta = 0,5$;
- раптове розширення – 2 шт., коефіцієнт місцевого опору $\zeta = 1$;
- раптове звуження – 2 шт., коефіцієнт місцевого опору $\zeta = 0,6$.

Визначаємо питомі втрати на тертя і швидкість теплоносія ω в залежності від витрати і діаметру трубопроводу: $R=700$ Па/м; $\omega=1,6$ м/с. Загальна довжина трубопроводів вузла обліку $D_y=50$ мм складає 1,2 м. Таким чином, $R \cdot L=700 \cdot 1,2=840$ Па. Втрати тиску на місцевих опорах вузла обліку визначаємо у залежності від швидкості теплоносія і суми коефіцієнтів місцевих опорів. Сума коефіцієнтів місцевих опорів, встановлених на трубопроводі діаметром 50 мм, складає:

$$2 \cdot 0,5 + 2 \cdot 1 + 2 \cdot 0,6 = 4,2$$

При швидкості теплоносія $\omega = 1,6$ м/с і $\Sigma\zeta = 4,2$ отримуємо $Z = 5390$ Па.

Визначимо сумарні втрати тиску, які виникають у зв'язку зі встановленням вузла обліку споживання теплової енергії в теплопункті гуртожитку № 1 по вул. Миру, 38. Підставимо отримані нами значення у формулу (2):

$$R \cdot L + Z = 840 + 5390 = 6230 \text{ Па}$$

Крім цих втрат, необхідно також врахувати втрати тиску на лічильниках гарячої води і на фільтрі при розрахунковій витраті теплоносія $G = 11,03$ т/год. У вузлі обліку передбачене встановлення двох водомірів (на постачальному і зворотному трубопроводах) і одного фільтру (на постачальному трубопроводі). Фірмою-виробником розроблені графіки для визначення втрат. Так, для лічильника гарячої води WS-50 з номінальною витратою теплоносія $15,0$ м³/год. втрати тиску при розрахунковій витраті теплоносія $G = 11,03$ т/год. за тимчасовими правилами обліку й споживання теплової енергії [7] складають $P_p = 3,5$ КПа. Для двох водомірів $P_p^1 = 2 \cdot 3500 = 7000$ Па. Для фільтру $D_y = 50$ мм втрати тиску при $G = 11,03$ т/год. складають $P_p^{11} = 8,5$ кПа.

Визначимо загальні втрати тиску на вузлі обліку тепла:

$$P_{\text{заг}} = R \cdot L + Z + P_p^1 + P_p^{11} = 6230 + 7000 + 8500 = 21730 \text{ Па.}$$

Отримані додаткові втрати тиску, пов'язані зі встановленням вузла обліку теплової енергії не вплинуть суттєво на роботу системи теплоспоживання абонента.

3.1.3. Розрахунки за споживання теплової енергії

1. Облік теплової енергії, що відпускається споживачеві, провадиться у відповідності з формулою:

$$Q = Q_{\text{спож.}} + Q_{\text{рс}} \quad (3)$$

де $Q_{\text{спож}}$ – кількість теплової енергії, яка споживається абонентом за звітний період, Гкал/місяць (визначається за показниками вузла обліку споживання теплової енергії);

$Q_{\text{рс}}$ – кількість теплової енергії, яка споживається абонентом, визначена розрахунковим способом, Гкал/місяць (втрати теплової енергії, пов'язані з

продуктивним і непродуктивним витоками теплоносія, втрати теплової енергії крізь ізоляцію в трубопроводах теплової мережі від границі поділу до місця встановлення вузла обліку тепла). Визначається у відповідності з “Тимчасовими правилами обліку відпускання і споживання теплової енергії”, уведених 01.07.96.

2. Кількість теплової енергії $Q_{\text{спож.}}$, яка споживається абонентом за звітний період (місяць), визначається за формулою:

$$Q_{\text{спож.}} = (Q_{\text{к}} - Q_{\text{п}}) / 4,1868 \text{ Гкал} \quad (4)$$

де $Q_{\text{к}}$ і $Q_{\text{п}}$ – кінцеве і початкове показання теплотічильника за звітний період (місяць), ГДж (ці показники беруться з журналу обліку теплової енергії).

3. Порядок зняття показань теплотічильників дивись в технічному описанні теплотічильника Cosmos WS– U.

4. Показання теплотічильника знімають щодобово, крім святкових і вихідних днів, в один і той самий час (наприклад, з 9.00 до 9.30 год.) і заносять в журнал обліку споживання теплової енергії. Форма журналу наводиться нижче.

5. Абонент надає теплопостачаючій організації відомості про споживання теплової енергії в обсязі та у терміни, узгоджені з тепловою інспекцією ТЕЦ безпосередньо перед включенням приладів обліку теплової енергії в роботу.

6. Фактична витрата теплоносія, виміряна лічильниками гарячої води WS-50, повинна знаходитись у межах від $G_{\text{т}}=1,5\text{м}^3/\text{год.}$ (перехідна витрата для водолічильників) до $G_{\text{н}}=15\text{м}^3/\text{год.}$ (номінальна):

$$G_{\text{т}}(1,5 \text{ м}^3/\text{год.}) < G_{\text{факт}} < G_{\text{н}}(15 \text{ м}^3/\text{год.})$$

Краще, щоб фактична витрата теплоносія була ближчою до номінальної витрати для обраного лічильника. У разі, якщо витрата, яка вимірюється, виходить за вказані межі, необхідно підібрати інший номер водоміру і провести його заміну, а споживання теплової енергії абонентом на даний період визначається теплопостачальною організацією розрахунковим шляхом.

3.1.4. Розрахунок втрат тепла в теплових мережах від границі поділу до місця встановлення приладів обліку теплової енергії

У разі неможливості виконання вимог “Тимчасових правил обліку відпускання і споживання теплової енергії” при встановленні приладів обліку теплової енергії на границі поділу мереж тепlopостачальної організації і абонента, розрахунок за спожиту теплову енергію провадиться з урахуванням втрат тепла на ділянці мереж від границі поділу до місця встановлення приладів обліку абонента. Розрахунок провадиться щомісячно.

Кількість втрат теплової енергії в мережах за місяць визначається за формулою:

$$Q_{\text{втр}}^{\text{міс}} = 24 \cdot d \cdot Q_{\text{втр}}^{\text{год}} \cdot \text{ккал/міс} (\times 10^{-6} \text{ Гкал/міс}) \quad (5)$$

де d – кількість днів у розрахунковому місяці.

Кількість втрат тепла за годину $Q_{\text{втр}}^{\text{год}}$ визначається за формулою:

$$Q_{\text{втр}}^{\text{год}} = Q_{\text{п}} + Q_{\text{зв}} = \sum \epsilon_{\text{п}} \cdot q_{\text{п}} \cdot L_{\text{п}} + \sum \epsilon_{\text{зв}} \cdot q_{\text{зв}} \cdot L_{\text{зв}} \quad (6)$$

де $Q_{\text{п}}$ – втрати тепла у постачальному трубопроводі, кДж/год.;

$Q_{\text{зв}}$ – втрати тепла у зворотному трубопроводі, кДж/год.;

ϵ – коефіцієнт місцевих теплових втрат, який враховує теплові втрати арматури і компенсаторів (табл. 6-3);

q – нормативні значення питомих теплових втрат, кДж/м·год;

L – довжина ділянки теплової мережі, що характеризується однаковим діаметром трубопроводів і типом прокладення (підземне, по приміщеннях підвалу і т. ін.), м.

3.2. Схема установки

Лічильники гарячої води

WS-50 - лічильник гарячої води турбінного типу ($D_{\text{ном}}=50$ мм) зі стрілково-барабанним лічильним механізмом. В лічильник гарячої води вмонтований передавач імпульсу REED 02.2 з кратністю $0,1 \text{ м}^3/\text{імпульс}$.

Межі витрат води для даного лічильника $G=(0,25-0,30) \text{ м}^3/\text{Г}$.

Лічильники гарячої води мають фланцеве з'єднання, яке розташоване на трубопроводах у горизонтальному положенні.

Датчики температури

Як датчики температури використовуються термодатчики опору типу OT.5 (Pt 500), які являють собою резисторні датчики температури, в котрих вихідний сигнал змінюється в залежності від температури середовища. Датчики температури підібрані в пари за допомогою комп'ютеру.

Теплообчислювач "Calmex UKP 431"

Багатофункціональний теплообчислювач "Calmex UKP 431" призначений для визначення і зображення на дисплеї кількості використаного тепла в залежності від прийнятих вхідних сигналів термодатчиків опору і лічильника води.

УКР – це електронний прилад, джерелом живлення якого є літієва батарея з номінальною напругою 3,5В і мінімальним строком служби 5 років.

Приймаючи вихідні сигнали датчиків температури і лічильника води, термообчислювач математично їх опрацьовує і зображує величини, які виміряв, на дисплеї. Крім того, УКР визначає несправності і показує їх на дисплеї у вигляді спеціальних символів, вводить у пам'ять і зберігає у ній величини, які виміряні, не менш 10 років.

3.3. Хід роботи

В бойлерній встановлені лічильники для обліку споживання теплової енергії. Студенти повинні ознайомитись з будовою лічильника, термодатчика опору та багатофункціонального теплообчислювача за інструкціями до них, розглянути лічильники, які встановлені на постачальній та зворотній лініях мережі та зняти показання у відповідності з формою журналу, що додається.

3.4. Опрацювання експериментальних даних

1. За формулою (1) провести розрахунок кількості тепла, що споживає корпус № 1.
2. За формулою (3) провести облік теплової енергії, що відпускається споживачеві.
3. За формулою (2) провести розрахунок втрат тиску на вузлі обліку споживання теплової енергії з урахуванням встановлених на цьому вузлі гідравлічних опорів.

За формулою (4) визначити кількість тепла, що споживає корпус №1 за місяць та, враховуючи вартість одиниці кількості теплоти, підрахувати витрати університету на опалення.

3.5. Контрольні питання

1. На яких рівняннях базується розрахунок кількості тепла, що споживається установою?
2. В яких одиницях виробничники вимірюють кількість енергії, що споживається, які одиниці виміру енергії прийняті в науковій та технічній літературі, яке між ними співвідношення, коли була введена система одиниць, якою ми користуємось, як вона називається?
3. Скільки Ваша сім'я платить в місяць за енергію, що споживає, чи вистачає Вам тепла, що надає ТЕЦ, в зимній період часу?
4. Підрахуйте, скільки Ви будете сплачувати за тепло, якщо встановите вдома лічильник, за який час він себе окупить?
5. Які прилади для виміру кількості тепла Ви знаєте, як вони працюють?

3.6. Рекомендована література

1. Щекин Р.В. и др. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Книга 1.- Київ: Будівельник, 1976.
2. Тимчасові правила обліку і споживання теплової енергії, 01.07.96.
2. Манюк В.И. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей. Справочник. М.: Стройиздат, 1988.
3. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача: Учебн. для вузов.- М.: Энергоиздат,1981.- 416 с.
4. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи.- М.: Энергия, 1973.
5. Алабовський А.Н., Константинов С.М., Недужий І.А. Теплотехніка. – К.: Вища школа, 1986.
6. Швець І.Т. и др. Теплотехника. – К.:Вища школа, 1976.
7. Осипова В.А. Экспериментальное исследование процессов теплообмена. - М.: Энергия, 1969.
8. Врагов А.П. Теплообмінні процеси та обладнання хімічних і газо нафтопереробних виробництв: Навч. посібник. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2006,-260 с.

Лабораторна робота №4

БАГАТОТАРИФНИЙ ОБЛІК ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Мета роботи: ознайомитись із особливостями багатотарифного обліку електроенергії.

4.1. Теоретичні відомості

Споживання електроенергії змінюється в залежності від часу доби. Вранці і ввечері споживання значно зростає за рахунок освітлювальної мережі і побутового навантаження, вдень – через промислових споживачів. Найменше споживання припадає на нічний час.

Нерівномірність споживання електроенергії веде до мінливого навантаження електростанцій, що шкідливо позначається на роботі їх обладнання. Для рівномірного навантаження генератори сусідніх електростанцій включають в паралельну роботу.

Високовольтні лінії електропередач, що входять в єдину систему, утворюють замкнуте кільце, що забезпечує двостороннє живлення споживачів. При збільшенні навантаження включають додаткові генератори, при зменшенні – резервні генератори відключають.

Всі ці технічні заходи покликані забезпечити рівномірне завантаження енергосистеми протягом усього часу доби. Однак, крім технічних заходів, існують і заходи економічного характеру. До них відноситься багатотарифна система обліку електроенергії.

Багатотарифна система обліку електроенергії враховує те, що доба розбивається на часові інтервали – тарифні періоди. У кожному тарифному періоді електроенергія для кінцевого споживача має різну вартість. У години максимального завантаження енергосистеми вартість 1 квт·год максимальна, при мінімальному завантаженні – відповідно мінімальна. Цим економічним заходом стимулюється споживання користувачем електроенергії в години мінімальних навантажень.

Багатотарифна система особливо актуальна, якщо електроенергія використовується для потреб опалення та гарячого водопостачання з приєднаною потужністю обладнання більше 5 квт. В такому випадку вартість у тарифному періоді максимального та мінімального навантажень відрізняється в п'ять разів. При використанні електроопалення встановлюють два

електролічильники – один обліковує електроопалення, інший – решту споживачів у відповідних тарифних періодах.

Відмінність багатотарифних приладів обліку або приладів деференційованого (почасового) обліку електричної енергії від однотарифних приладів обліку «звичайних електролічильників» полягає у наступному:

– при обліку електричної енергії по однотарифному приладу обліку у «звичайному електролічильнику» – розрахунки за спожиту електричну енергію здійснюються на підставі показань приладу обліку за повним тарифом незалежно від періоду доби;

– при обліку електричної енергії по багатотарифному приладу обліку – розрахунки за спожиту електричну енергію здійснюються на підставі показань, які фіксуються приладом обліку за певні періоди доби, з урахуванням тарифних коефіцієнтів, що встановлені для відповідного періоду.

Встановлення багатотарифних приладів обліку та перехід на розрахунки за спожиту електроенергію за тарифами, які диференційовані за періодами часу, дозволяє споживачам заощаджувати на оплаті спожитої електроенергії за рахунок найбільшого споживання електричної енергії у період доби, в який діє найменший тарифний коефіцієнт. Наприклад, вночі при мінімальному навантаженні енергосистеми встановлюються знижені коефіцієнти для оплати за спожиту електроенергію, завдяки чому вартість спожитої в нічний період електроенергії значно зменшується.

Розрахунки населення за спожиту електроенергію за тарифами, що диференційовані за періодами часу, здійснюються за такими тарифними коефіцієнтами:

1) при розрахунках за електроенергію за двозонними тарифами:

– 0,7 тарифу в години нічного мінімального навантаження енергосистеми (з 23-ї години до 7-ї години);

– повний тариф в інші години доби;

2) при розрахунках за електроенергію за тризонними тарифами:

– 1,5 тарифу в години максимального навантаження енергосистеми – піковий період (з 8-ї години до 11-ї години і з 20-ї години до 22-ї години);

– повний тариф у напівпіковий період (з 7-ї години до 8-ї години, з 11-ї години до 20-ї години, з 22-ї години до 23-ї години);

– 0,4 тарифу в години нічного мінімального навантаження енергосистеми (з 23-ї години до 7-ї години).

У випадках використання для побутових потреб електроприладів з великою потужністю (в першу чергу електроопалювальних та водонагрівальних установок), а також якщо споживач бажає законно заощаджувати на вартості спожитої електричної енергії.

Окрім того, перебудовуючи графік споживання електроенергії при використанні інших електроприладів (наприклад, використовуючи пральну машину, електросушилку, посудомийну машину, мініхлібопіч, СВЧ-піч, праску, кондиціонер – для створення ранкової свіжості та інше до 07-00), споживач має можливість максимально заощаджувати на вартості електроенергії. В порівнянні з розрахунками за електричну енергію по однотарифному приладу обліку:

– при розрахунках за електричну енергію по двотарифному приладу обліку з 23:00 до 7:00 застосовується тарифний коефіцієнт 0,7, за рахунок цього вартість спожитої в ці години електроенергії знижується на 30 %;

– при розрахунках за електричну енергію по трьохтарифному приладу обліку з 23:00 до 7:00 застосовується тарифний коефіцієнт 0,4, за рахунок цього вартість спожитої в ці години електроенергії знижується на 60 %.

У споживачів встановлюються прилади обліку електричної енергії, які внесені до Державного реєстру засобів вимірювальної техніки, допущені до застосування на території України.

У двотарифного приладу обліку покази спожитої електроенергії визначаються за тарифними зонами «день/ніч», де:

– першому тарифу «день» відповідає індекс на дисплеї приладу обліку – Т1;

– другому тарифу «ніч» відповідає індекс на дисплеї приладу обліку – Т2.

У трьохтарифного приладу обліку покази спожитої електроенергії визначаються за тарифом «багатозонний», де:

– першому тарифу «піковий» відповідає індекс на дисплеї приладу обліку – Т1;

– другому тарифу «ніч» відповідає індекс на дисплеї приладу обліку – Т2;

– третьому тарифу «напівпіковий» відповідає індекс на дисплеї приладу обліку – Т3.

При визначенні вартості спожитої електроенергії за кожним рівнем тарифу застосовується питома вага обсягу електричної енергії, що спожита у відповідній зоні доби протягом розрахункового періоду, до загального обсягу спожитої електроенергії в цьому періоді.

Багатотарифний електронний лічильник енергії МСТ-ЭА01 (рис. 4.1) класу точності 1,0 призначений для обліку в трьохтарифному режимі активної енергії в колах змінного струму прямого включення, а також використання в складі систематизованих систем контролю й обліку електроенергії.



Рис. 4.1. Багатотарифний електронний лічильник енергії МСТ-ЭА01

Лічильник забезпечує установку 4-х варіантів тарифів:

- літні робочі дні;
- літні вихідні або святкові дні;
- зимові робочі дні;
- зимові вихідні або святкові дні;
- кількість тарифів – 3 із можливістю зовнішнього керування включення тарифів (зони пік, напівпік, нічна зона).

Лічильник забезпечує видачу на індикатор наступних даних:

- відлік та індикацію поточного часу (години, хвилини) і дати (число, місяць і рік);
- номер тарифу;
- витрата енергії по всіх тарифних зонах.

При відключенні напруги всі накопичені дані зберігаються не менше двох років. При відсутності живлення дані на індикатор не видаються. Параметри,

що підлягають видачі на індикатор, видаються по черзі натисканням кнопки (перегляд), розташованої на передній панелі лічильника.

Лічильник має світлову індикацію про наявність напруги в кожній із трьох фаз, енергії по всіх тарифних зонах.

Лічильник має світлову індикацію про включення тарифу і мигаючу індикацію про заміну потужності.

Багатотарифний облік електроенергії на підприємстві.

Енергоспоживання будь-якого підприємства, навіть такого, яке намагається працювати максимально ритмічно, різне у різний час доби. Для того щоб максимально ефективно і точно вести облік спожитої енергії і розрахунки по ній, часто використовують багатотарифний облік електроенергії.

Метод багатотарифного обліку електроенергії має на увазі використання так званих тарифних періодів протягом однієї доби. Тобто кожен добу розбивають на періоди, і електроенергія в кожному з таких періодів має свою вартість для підприємства-покупця. Найвищу вартість одиниця енергії має в години максимального навантаження. А найменшу, відповідно, в години мінімального. Таким чином, постачальники електроенергії намагаються звести до мінімуму відмінності в навантаженні на мережі, стимулюючи споживачів використовувати енергію в години найменшого споживання. Це допомагає їм уберегти генератори і мережі розподілу від перепадів напруги і збільшити тим самим термін їх служби.

Найбільш ефективним буде використання багатотарифного обліку електроенергії для тих підприємств, у яких за допомогою електроенергії налагоджено опалення і забезпечення гарячою водою. Особливо, якщо приєднана потужність всього цього устаткування становить понад 5 кВт. Вартість електроенергії в цьому випадку може відрізнятись до п'яти разів на різні тарифні періоди.

Багатотарифний облік електроенергії для великих промислових підприємств здійснюється за трьома розрахунковими періодами. Періодом мінімального навантаження прийнято вважати час з 23.00 до 6.00. Період пікового навантаження припадає на час з 8.00 до 11.00. А час з 6.00 до 8.00 і з 11.00 до 23.00 вважається періодом максимального навантаження.

Такий облік може здатися складним на перший погляд. Але сучасні лічильники дозволяють вести багатотарифний облік електроенергії без будь-яких особливих труднощів. Такі лічильники програмуються особливим чином і потім самостійно перемикаються на той чи інший тариф, в залежності

від періоду доби. Крім того, їх інтерфейс дозволяє проглянути детальну звітність про те, коли і як витрачалася електроенергія і скільки за неї доведеться заплатити.

Лічильник призначений для вимірювання та обліку активної енергії в прямому напрямку і реактивної енергії в трифазній трипровідній або чотирипровідній електричній мережі з номінальною напругою 3*58/100 В, номінальним струмом 5 А, максимальним струмом 7,5 А і частотою 50±2,5 Гц. Точність виміру відповідає класу 0,5S по активній і 1,0 по реактивній енергії.



Рис. 4.2. Лічильник електроенергії ГАММА 3/1-А05Р1-5/7,5-Т3-С1-І2

Лічильник може застосовуватись як засіб комерційного обліку електроенергії на підприємствах промисловості і в енергосистемах. Може використовуватись в автоматизованих системах контролю та обліку електричної енергії (АСКОЕ).

Лічильник виконує наступні задачі:

- багатотарифний облік активної і реактивної енергії в восьми тарифних зонах по 4 типах днів в 12 сезонах. Кількість тарифів – 4. Облік ведеться окремо для робочих, суботніх, недільних і святкових днів;
- вимір значення фізичних величин, які характеризують трифазну електричну мережу (струм, напруга, частота);

- розраховує: активну, реактивну і повну миттєву потужність, коефіцієнт потужності;
- вимірювання показників якості електричної енергії;
- ведення двох незалежних масивів профілів потужності із збереженням їх в базі даних;
- ведення журналу подій;
- ведення журналу контролю якості мережі;
- відображення інформації на рідкокристалічному індикаторі (РКІ);
- обмін даними зі зовнішніми пристроями через інтерфейс RS-485 і оптопорт.

Багатотарифний облік електроенергії довів свою економічну ефективність і тому використовується в більшості розвинених країн світу і поступово стає популярним і в нашій країні.

Лічильники Энергомера ЦЭ6827М1 (рис. 4.3) призначені для багатотарифного обліку активної енергії в денний та нічний час.



Рис. 4.3. Загальний вигляд лічильника Энергомера ЦЭ6827М1

Характеристики лічильника Энергомера ЦЭ6827М1:

- мале власне енергоспоживання;
- стандартний телеметричний з числоімпульсним виходом;
- цифровий інтерфейс RS485;
- світловий індикатор роботи;
- захист від недообліку і розкрадань електроенергії;

– стійкість до кліматичних, механічних і електромагнітних впливів.

Характеристики надійності:

– середнє напрацювання на відмову – 160 000 годин;

– міжповірочний інтервал – 8 років;

– середній термін служби – 24 роки;

– гарантійний термін експлуатації – 3 роки.

Функціональні можливості:

– облік та індикація кількості спожитої електроенергії (наростаючим підсумком, сумарно) і роздільно за чотирма тарифами;

– облік потужностей на півгодинних інтервалах;

– індикація поточного часу і дати;

– завдання до 12 місячних тарифних програм окремо для робочих, суботніх та недільних (святкових) днів (всього 36 програм);

Електролічильник забезпечує передачу через інтерфейс:

– кількості спожитої електроенергії наростаючим підсумком, на початок поточного та одинадцяти попередніх місяців;

– значень поточної потужності (з усередненням за останній хвилинний інтервал), поточної півгодинної потужності, максимумів півгодинної потужності за день, місяць і минулий місяць;

– до 1488 значень електроенергії, накопиченої за півгодинні інтервали;

– інформації по шістнадцяти подіях: відключеннях вимірювального кола або змінах параметрів, часу і дати (журнал подій);

– контроль суми;

– індикація діючого тарифу;

– автоматичне перемикання тарифу.

4.2. Схема установки

Схема стенду лабораторної установки представлена на рис. 4.4.

Активним навантаженням у вимірювальному однофазному колі служать три лампи розжарювання, люмінесцентна лампа і кварцово-галогенна лампа розжарювання. Лампи приєднані до вимірювального кола двома вимикачами B_1 і B_2 . Люмінесцентна лампа і кварцово-галогенна лампа розжарювання приєднані до кола автоматичним вимикачем ВА47-29Н.

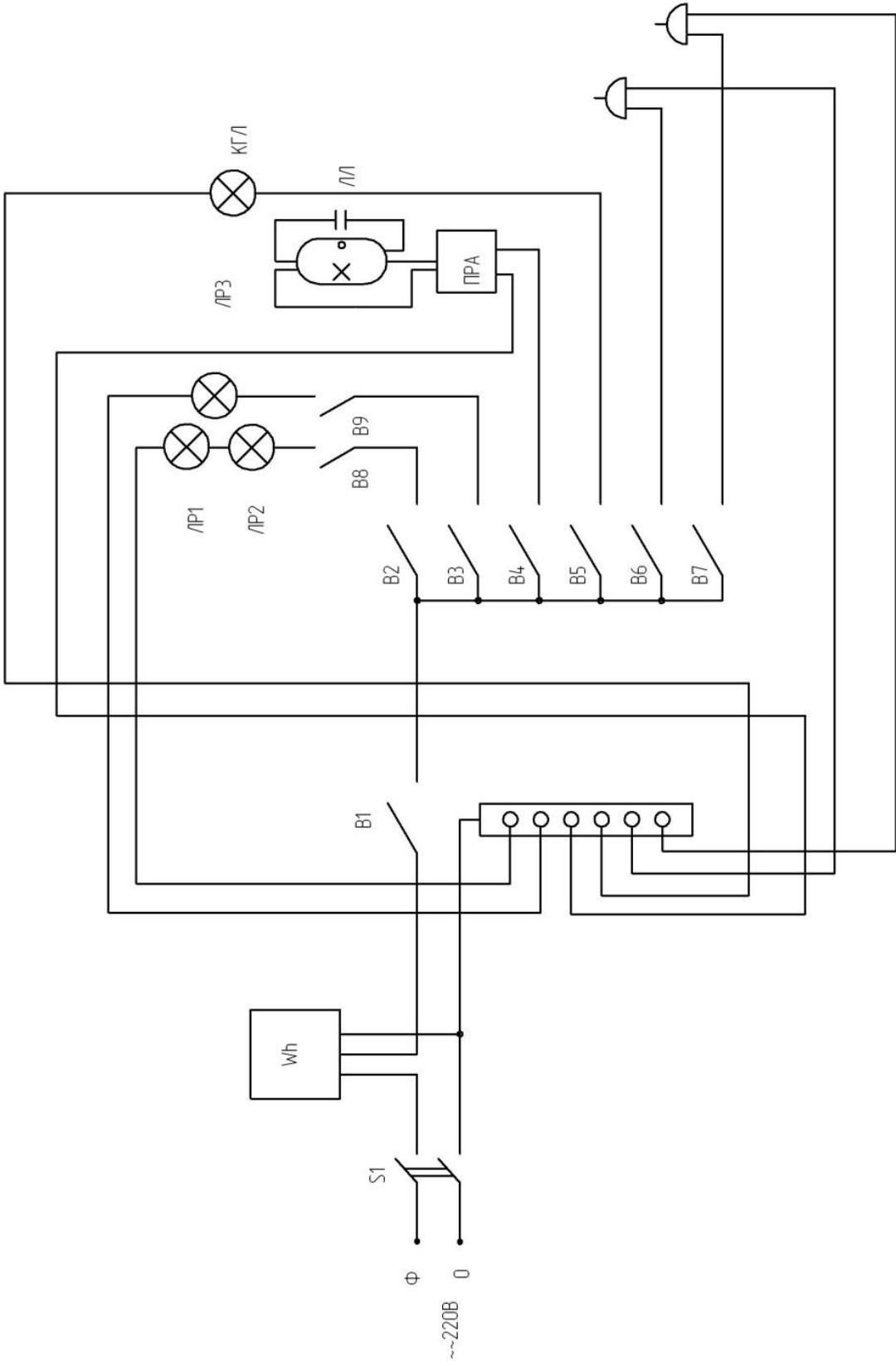


Рис. 4.4. Схема стенду

Облік електроенергії здійснюється однофазним лічильником Енергомера ЦЭ6827М1.

Для підключення додаткового навантаження на стенді змонтовано дві розетки, приєднані до вимірювального кола однополюсним вимикачем ВА47-29Н

При побудові стенду використані такі прилади і обладнання:

- однофазний лічильник Енергомера ЦЭ6827М1;
- перемикач ПВ 2-25;
- автоматичний вимикач типу ВА47-29М;
- три автоматичних вимикачі типу ВА47-29;
- два вимикачі;
- люмінесцентна лампа LF18W/54;
- кварцово-галогенна лампа розжарювання потужністю 30 кВт;
- дві розетки;

три лампи розжарювання потужністю по 100 кВт кожна.

4.3. Хід роботи

1. Зібрати дослідну схему. Дати на перевірку викладачеві.
2. Подати живлення вхідним вимикачем.
3. Змінюючи навантаження вимикачами із інтервалом в 5 хвилин записати покази трьох лічильників кожен хвилину впродовж 40 хв.
4. Побудувати графіки навантаження.
5. Зробити висновок по роботі.

4.4. Контрольні питання

1. Що відноситься до технічних заходів забезпечення рівномірного завантаження енергосистеми?
2. Що враховує багатотарифна система обліку електроенергії?
3. В чому полягає відмінність багатотарифних приладів обліку від «звичайних електролічильників»?
4. У чому перевага багатотарифних приладів обліку електроенергії перед іншими?

5. У яких випадках найбільш доцільно встановлення багатотарифного приладу обліку?
6. Які типи багатотарифних приладів обліку встановлюються у споживачів?
7. Як зняти покази з багатотарифного приладу обліку?
8. Як розрахувати вартість спожитої електроенергії по багатотарифному приладу обліку?
9. Скільки часу зберігаються дані при відключенні напруги в пам'яті лічильника МСТ-ЭА01?
10. Які задачі виконує лічильник електроенергії типу ГАММА?