

621.315(075)
e24

М.П.Свіридов, І.М.Романюк

ЕЛЕКТРОМОНТАЖНІ МАТЕРІАЛИ ТА ВИРОБИ.
ЕЛЕКТРОВІМІРЮВАЛЬНІ ПРИБАДИ І ЧИТАННЯ КРЕСЛЕНЬ

3152-23

Міністерство освіти і науки України
Вінницький державний технічний університет

М.П. Свіридов, І.М. Романюк

ЕЛЕКТРОМОНТАЖНІ МАТЕРІАЛИ ТА ВИРОБИ,
ЕЛЕКТРОВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ І ЧИТАННЯ КРЕСЛЕНЬ

НТБ ВНТУ



3152-23

621.315(075) С 24 2001

Свіридов М.П. Електромонтажні матеріали та

Затверджено Ученою радою Вінницького державного технічного університету як навчальний посібник з дисципліни "Робоча професія" для студентів електротехнічних спеціальностей. Протокол №5 від 27 грудня 2000 р.

Вінниця ВДТУ 2001



Рецензенти:

Ю.О.Карпов, доктор технічних наук, професор
Б.С.Рогальський, доктор технічних наук, професор
В.Л.Талаверья, кандидат технічних наук

Рекомендовано до видання Ученою радою Вінницького державного технічного університету Міністерства освіти і науки України

Свірідов М.П., Романюк І.М.

С 24 Електромонтажні матеріали та вироби,
електровимірювальні прилади і читання креслень.
Навчальний посібник з дисципліни "Робоча професія". -
Вінниця: ВДГУ, 2001. - 63 с.

В посібнику розглянуто теми електротехнічних матеріалів та виробів, електровимірювальних приладів і схеми їх ввімкнення та читання креслень. Посібник розроблений у відповідності з планом кафедри та програмою з дисципліни "Робоча професія".

УДК [621.317 : 679.74 : 658.51.2] (075)

© М.Свірідов, І.Романюк, 2001



ПЕРЕДМОВА

В підготовці інженерних кадрів важливу роль відіграє робоча професія, що спрямована на глибше знайомство майбутнього фахівця з вибраною професією і отримання практичних навиків у виконанні окремих електромонтажних робіт, питань експлуатації, техніки вимірювань та читання креслень. Опановуючи робочу професію, студент відчуває необхідність майбутніх дисциплін, їх особливості і специфіку. В свою чергу попереднє знайомство з ними полегшує подальше їх розуміння і сприйняття.

Ця праця є методичним посібником з лабораторного практикуму по робочій професії для спеціальностей 7.090601, 7.090602 і 7.090603, що охопила теми електромонтажних матеріалів та виробів, електровимірювальних приладів та схем їх ввімкнення, а також читання креслень і відповідає програмі дисципліни.

Створення такого посібника обумовлене тим, що приведені теми досить важливі в підготовці спеціалістів, а підручники з них практично відсутні. Матеріал вказаних тем зустрічається в різноманітній літературі в роздрібненому несистематизованому вигляді. В рамках відведених годин з лекцій та лабораторного практикуму студент не в змозі познайомитись з матеріалом в більш поглибленому обсязі.

Для кожної теми приведено короткі теоретичні відомості, завдання та контрольні запитання. При підготовці до лабораторних робіт, студенти повинні вивчити теоретичний матеріал і чітко знати завдання. Глибину опрацювання матеріалу студент може перевірити приведеними до кожної теми контрольними запитаннями.

Формою звітності з теми електромонтажних матеріалів та виробів є написання двох самостійних робіт, в яких студенти вчаться по конкретних зразках читати їх марки і, навпаки, розшифрувати запропоновані марки кабельної та провідникової продукції; з теми електровимірювальних приладів та схем їх ввімкнення студенти опрацьовують результати експериментів, оформляють і захищають звіти; з теми читання креслень –

виконують невеличкі проекти по запропонованій темі, оформляють і захищають їх.

Цей посібник написано для студентів енергетичного факультету і може бути використаний вчителями та учнями професійно-технічних училищ, що готують електромонтажників.

Тема : "ЕЛЕКТРОМОНТАЖНІ МАТЕРІАЛИ ТА ВИРОБИ"

Мета роботи:

1. Вивчити конструкцію шинопроводів, неізолюваних проводів, ізолюваних проводів, шнурів та кабелів.
2. Вивчити шкалу поперечних перерізів проводів і кабелів.
3. Навчитися розпізнавати марки установочних проводів, силових та контрольних кабелів.
4. Орієнтуватися в способах прокладки окремих видів проводів та кабелів.

Об'єкти робіт:

1. Планшети із зразками проводів та кабелів.
2. Контрольні карти з марками кабелів, що потрібно розшифрувати.

1 КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Конструктивно мережі напругою до 1000 вольт виконують шинопроводами, кабелями і ізолюваними проводами в коробах, на лотках і на кабельних конструкціях; кабелями і ізолюваними проводами, прокладеними на елементах будівель; кабелями і ізолюваними проводами в трубах. Спосіб прокладки вибирається залежно від умов навколишнього середовища, розташування технологічного обладнання і будівельних особливостей приміщень.

Всі проводи поділяються на неізолювані, що використовуються для монтажу ліній електропередач, та ізолювані. За своїм призначенням всі ізолювані проводи, в свою чергу, поділяються на: установочні, проводи для рухомих потягів, авіаційні, автомобільні, тракторні, нагрівотривкі, проводи для геофізичних робіт, проводи зв'язку, монтажні, обмоткові та проводи опору. В установочних проводах виділено окремо проводи для виводів електродвигунів та проводи з нагрівотривкою ізоляцією. В даному випадку використовується ізоляція, що може витримувати підвищену

температуру, це азбест, гума на основі бутилкаучука, кремнійорганічна гума в оболонці із фторсилоксану, гумосклотканина в оболонці з нітрильного каучука та гуми на основі фторсилоксанового каучука.

Установочні проводи за видом ізоляції, крім проводів для виводів електродвигунів та проводів з нагрівостійкою ізоляцією, поділяються на проводи з гумовою та пластмасовою ізоляцією.

1.1 Конструкція та маркування шинопроводів

На промислових підприємствах чорної та кольорової металургії, хімічного та іншого енергетичного виробництва з великою густиною електричних навантажень, де при напрузі 6 – 20 кВ передають струми 5000 А і більше, широке використання знайшли потужні шинопроводи, що названі струмопроводами. Їх перевага над кабельними лініями очевидна. Струмопроводи мають велику надійність, можливість індустріалізації електромонтажних робіт, доступність спостереження і огляду в умовах експлуатації.

Широке застосування знайшли шинопроводи. Вони, порівняно, дешеві, швидко монтуються і зручні в експлуатації. Шинопроводи розподіляються на магістральні, розподільчі, тролейні і освітлювальні.

Магістральні шинопроводи призначені для передачі електроенергії від підстанції в окремі цехи. Випускаються на номінальні струми: 1250, 1600, 2500, 3200 і 5000 А. Магістральні шинопроводи випускають трьох типів: ШМА4, ШЗМ16 і ШМАД.

ШМА4 призначений для магістральних чотирипровідних електричних мереж змінного струму з глухозаземленою нейтраллю, напругою до 660 В.

ШЗМ16 призначений для передачі електроенергії в чотирипровідних мережах змінного струму з заземленою нейтраллю напругою 380/220 В і в трипровідних мережах напругою 660 В.

ШМАД - магістральний шинопровід постійного струму призначений для електричних з'єднань джерел живлення з

електродвигунами головних приводів, а також для виконання електричних ліній загального призначення до 1200 В.

Всі магістральні шинопроводи поставляються окремими секціями. Секції бувають прямі (750, 1500, 3000, 6000 мм), кутові горизонтальні, кутові вертикальні, трійникові горизонтальні, трійникові вертикальні, гнучкі з компенсатором довжини, підгінні, перехідні (на інший шинопровід або на кабель), приєднувальні, приєднувальні фазуючі, відгалужувані (для вводу знизу і збоку), відгалужувані з роз'єднувачем. Кількість потрібних секцій вибирається залежно від траси прокладки. Магістральні шинопроводи можуть монтуватися за допомогою настінних кронштейнів, стійок і тросових підвісів.

Розподільчі шинопроводи призначені для приєднання окремих електроприймачів в приміщеннях з нормальним середовищем з чотирипровідними електричними мережами з глухозаземленою нейтраллю. Такі шинопроводи забезпечують можливість штепсельного приєднання три і однофазних споживачів електроенергії. Штепселі і відгалужувані коробки мають три фазових, один заземлюючий і один нульовий вивід. Розподільчі шинопроводи виготовляють на номінальні струми: 100, 250, 400 і 630 А.

Розподільчі шинопроводи випускають таких типів: ШРА4, ШРП і ШРАУ. ШРА4 призначений для виконання розподільчих електричних мереж з глухозаземленою нейтраллю в приміщенні. Шинопровід ШРП використовують для розподілу електроенергії в запилених приміщеннях і пожежонебезпечних зонах. Шинопровід ШРАУ призначений для передачі і розподілу електричної енергії змінного струму напругою 380 В в мережах з ізолюваною нейтраллю. На відміну від магістральних шинопроводів, всі прямі секції радіальних шинопроводів мають відгалуження через 0,5 або 1 метр, куди вмикається відгалужувана коробка з запобіжником або автоматичним вимикачем. Крім приведених секцій розподільчих шинопроводів передбачені також гнучкі, ввідні, кутові, праві і ліві секції.

Розподільчі шинопроводи можуть кріпитися за допомогою настінних кронштейнів, тросових підвісів і стійок.

Тролейні шинопроводи призначені для виконання у виробничих приміщеннях трифазних чотирипровідних (для ШТР4, ШТМ76) і трипровідних (для ШМТ-А і ШТА75) тролейних ліній, що живлять пересувні приймачі електроенергії, підвісні електричні однобалочні крани, передаточні візки, талі. Тролейні шинопроводи комплектуються: прямими секціями різної довжини (750, 1500, 2000, 3000, 6000 мм), кутовими секціями різної довжини з різними кутами, секціями для вводу каретки, ввідними, роз'єднувальними, кінцевими, компенсаційними, струмознімальними каретками, індикаторними коробками.

Тролейні шинопроводи можуть кріпитися за допомогою кронштейнів, на металевих підкранових балках, на залізобетонних і сталевих балках підкранових колій.

Освітлювальні шинопроводи типу ШОС призначені для виконання освітлювальних мереж напругою 380/220 В у цехах промислових підприємств з нормальним середовищем, а також для живлення ручних електроінструментів та інших електроприймачів невеликої потужності. Освітлювальні шинопроводи - чотирипровідні закритого типу. Всі чотири провідники виготовлені з ізолюваного мідного дроту однакової площі поперечного перерізу, що з'єднані між собою при стикуванні секцій штепсельями з гвинтами. Прямі секції шинопроводів мають штепсельні вікна для приєднання світильників, в які по черзі заведені різні фази і нуль. Світильники під'єднуються до шинопроводу тільки за допомогою спеціальної штепсельної вилки і підвішуються до шинопровода крючком з хомутом, який підтримує шинопровід. Освітлювальний шинопровід також комплектується різними секціями. Вони бувають прямими (для одного і трьох під'єднань), прямі без відгалуження, кутові (права та ліва), гнучкі, ввідні та штепсельні для трижильних шнурів. Освітлювальні шинопроводи кріпляться за допомогою скоб на стінах, стелях, колонах і тросах.

1.2 Конструкція та маркування неізолюваних проводів

Для виготовлення неізолюваних проводів використовується алюміній та його сплави. З точки зору механічної міцності, мінімальна площа поперечного перерізу становить 16 мм кв. Для зручності в монтажі та експлуатації всі неізолювані проводи виготовляються з 7, 19, 37 або з 61 окремих дротин, що скручені концентрично. Неізолювані проводи виготовляються за такими стандартами площ поперечного перерізу (в міліметрах квадратних): 16, 25, 35, 50, 70, 95, 120, 150, 185, 240, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700, 750, 800.

Маркуються неізолювані проводи такими буквами:

- А - провід алюмінієвий, концентричної скрутки, неізолюваний.
(Термін "концентричної скрутки" далі опускається).
- АЖ - провід з алюмінієвого сплаву, термооброблений.
- АН - провід з алюмінієвого сплаву без термообробки,
- АКП - провід алюмінієвий, міждротовий простір якого, за винятком верхнього повиву, заповнений нейтральним мастилом підвищеної нагрівостійкості.
- АС - провід сталюалюмінієвий (центральне осердя виконане з сталевих оцинкованих дротів. АСУ, АСО - відповідно підсилений і полегшений).
- АСК - провід сталюалюмінієвий, сталеве осердя якого ізолюване двома лавсановими стрічками і заповнене нейтральним мастилом підвищеної нагрівостійкості.
- АСКП- провід сталюалюмінієвий, в якому весь міждротовий простір, включаючи сталеве осердя, крім зовнішнього повиву, заповнений нейтральним мастилом підвищеної нагрівостійкості.
- АСКС- провід сталюалюмінієвий, в якому міждротовий простір сталюого осердя заповнений мастилом підвищеної нагрівостійкості.
- Б - провід бронзовий.

БрФ - провід бронзовий фасонний, контактний.

БС - провід сталевобронзовий.

М - провід мідний.

МК - провід мідний контактний.

МФ - провід мідний фасонний.

ПА - провід алюмінієвий пустотілий.

ПМ - провід мідний пустотілий.

1.3 Конструкція та маркування установочних проводів з гумовою ізоляцією

Для ізоляції вище названих проводів використовується гума типу РТІ-2, що призначена для тривалого нагріву струмопровідних жил до плюс 65 градусів за С.

Всі проводи з гумовою ізоляцією захищають від механічних пошкоджень, дії світла та вологи за допомогою оболонок з металевих стрічок із фальшовальним швом, пластмаси, сталевого оцинкованого дроту чи легкої бавовняної оплітки, яка може бути просочена речовиною, що запобігає гниттю, або покрита лаком.

Проводи з гумовою ізоляцією виготовляють, як правило, круглими, за винятком АППР та АПРФ. Провід АППР виготовляють з гуми, що не розповсюджує горіння, він більш стійкий до навколишнього середовища, буває 2 і 4 жильним. АПРФ, як правило, 1, 2 і 3 жильним, оболонка виготовлена із тонкої стрічки з МНЦ сплаву з фальшовальним швом (МНЦ - мідь, нікель, цинк), або Фл - стрічки з латуні.

Маркується в такій послідовності:

1 - матеріал жили (мідь не вказується, алюміній, позначається буквою А).

2 - П - провід (крім проводів для виводів електродвигунів та проводів з нагрівостійкою ізоляцією).

3 - Р - гумова ізоляція.

4 - Г - ця позиція вказує, що провід гнучкий, тобто обов'язково

мідний і виготовлений концентричною скруткою із багатьох дротин.

5 - Оболонка:

- бавовняна обплітка не позначається;

В - вінілова оболонка;

Н - оболонка з гуми, що не розповсюджує горіння (найрит);

Л - бавовняна оболонка, лакована;

П - обплітка з оцинкованих сталевих дротів;

6- Д - провід сплетений вдвоє "двойной";

7- Т - вказує на несучий сталевий трос (2, 3 або 4 окремо ізольованих жили, скручені навколо ізольованого несучого троса).

Зняті з виробництва проводи ПРТО та АПРТО, де буква Т вказувала на прокладку в трубах. О - на бавовняну обплітку, просочену речовиною, що запобігає гниттю.

Приклад: АПР, АПРВ, АПРН, АПРФ, АРТ, ПРВ, ПРВД.

1.4 Конструкція та маркування установочних проводів з пластмасовою ізоляцією

На відміну від установочних проводів з гумовою ізоляцією, з пластмасовою ізоляцією виготовляються як круглі, так і плоскі проводи. В цьому випадку після позначення П (провід) поруч ставиться ще одна буква П, яка підкреслює, що він плоский. Після цього маркується ізоляція, де: В - вініл, П - поліетилен, Н - найрит. Після позначення матеріалу ізоляції може стояти буква Г, що вказує на гнучкість провода, тобто, обов'язково мідний, скручений концентрично з багатьох дротів, наприклад, ПГВ. За своєю конструкцією, за способом кріплення вводиться вкінці буква "С" (для схованої прокладки). В конструкції такого провідника відсутнє поле для кріплення його за допомогою гвіздка. В поперечному перерізі провід нагадує "вісімку".

Маркується: АППВс, ПППс (зустрічається в літературі також АППВС, ПППС). Для провідника, де передбачене таке поле, літера "С" відсутня. В перерізі провід нагадує "гантелю".

Провід з несучим тросом маркується літерою "Т", (АВТ).

1.5 Стандартний ряд поперечних перерізів установочних проводів

Повна марка проводів записується так: АПР 1x10, АППВ 3x2,5. Перша цифра після позначення провода вказує на кількість окремо ізольованих жил, друга - на їх площу поперечного перерізу.

Стандартний ряд алюмінієвих установочних проводів (в міліметрах квадратних): 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120;

Стандартний ряд мідних установочних проводів (в міліметрах квадратних): 0,75; 1; 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120.

1.6 Конструкція та маркування шнурів

З'єднувальні шнури для побутових електричних приладів бувають 2, 3 і 4 жильними з таким стандартним рядом поперечних перерізів (в міліметрах квадратних): 0,1; 0,2; 0,35; 0,5; 0,75; 1; 1,5; 2,5; 4 (бувають тільки мідними).

З'єднувальні шнури відрізняються від ізольованих проводів підвищеною гнучкістю і тим, що можуть мати оболонку або тільки ізоляцію покращеної еластичності. Випускаються на напругу 110, 250 і 380 вольт при температурі навколишнього середовища від мінус15 до плюс 40 градусів за С. Для ізоляції використовується гума, полівінілхлоридна ізоляція та кремнійорганічна резина. Всі шнури поділяються в залежності від інтенсивності деформації на такі що:

1. Рідко піддаються механічним деформаціям.
2. Часто піддаються механічним деформаціям.
3. Піддаються механічним деформаціям та нагріву.

4. Піддаються стиранню та дії вологи.

5. Підвісні вантажонесучі (ШБПС - вінілова ізоляція та оболонка для підвіски світильників).

Ознаки маркування: перша - буква "Ш" - шнур; друга - "Б" - побутовий; третя - "П" - паралельно укладені жили, "К" - концентрично укладені жили, "Т" - нагрівостійкі з оболонкою з кремнійорганічної резини, четверта і п'ята - ізоляція і оболонка, якщо вона є. Друга і третя ознаки можуть бути відсутні.

Наприклад: ШБПВ; ШБВВП; ШБКВ; ШБПВГ (підвищеної гнучкості); ШЕБ, ШЕБ-Р (для електробритв, той, що розтягається у вигляді спіралі).

1.7 Конструкція та маркування кабелів

Кабелі відрізняються від ізольованих проводів тим, що обов'язково мають герметичну оболонку, можуть мати броню та зовнішній захисний покрив.

За своїм призначенням кабелі поділяються на: силові: для гірських розробок та землерийних робіт; для нафтових промислів; гнучкі, загального використання; спеціалізовані гнучкі (кабелі високої напруги, для радіоустановок, аеродромні та для електрозварювання); для рухомих потягів; судові; нагрівотривкі; для геофізичних робіт; контрольні, сигналізації та блокування; кабелі управління; радіочастотні; кабелі далекого зв'язку.

Нижче будемо розглядати лише силові та контрольні кабелі.

Силові кабелі можуть мати ізоляцію: паперову, гумову або пластмасову. Всі перераховані кабелі крім ізоляції та оболонки можуть мати захисний покрив, що в свою чергу складається з подушки, броні і зовнішнього захисного покриву, в який може входити екран. Подушка може бути присутня лише при наявності броні, так як захищає оболонку від пошкодження онею (розташовується між оболонкою та бронєю).

Зовнішній захисний покрив захищає від окислення металеву оболонку, броню або металевий екран.

Матеріал жили: алюміній, позначається - А; мідь - позначка опускається.

Паперова ізоляція не позначається, крім кабелів вертикальної прокладки. При просоченні паперу нестікаючою речовиною - церезином - перед маркою кабеля ставиться буква "Ц". Для вертикальних прокладок також застосовують збіднене просочення маслосиліконовим речовиною. В цьому випадку через ризик в кінці марки кабеля ставиться літера "В", іноді в літературі ризика опускається.

Для кабелів з паперовою ізоляцією використовують лише металеві оболонки, де перед загальною оболонкою може стояти літера "О", що означає окремо оцинковані жили. Всі можливі буквені скорочення ознак конкретних елементів силових кабелів та їх послідовність можна подати у вигляді таблиці:

Матеріал жили	Ізоляція	Оболонка	Захисний покрив				Примітки
			броня	подушка	зовнішній захисний покрив	екран	
А	-	А		-	-		1. – означає, що позначка відсутня
	В	С		б	Г		
	П	Ст	Б	л	Гц	Е	2. Ознака подушки вказується з маленької букви, або букви у вигляді індекса.
	Пс	(СТ)	П	2л	Шл		
	Пв	В	К	п	Шв		
	Пвс	П		в	н		
Р	Н		т				
Н							

Увага! В кабелях з гумовою ізоляцією, крім контрольних, маркується спочатку оболонка, потім ізоляція. Наприклад: НРГ, але КРНГ.

Розглянемо елементи конструкцій, приведені в таблиці:

Ізоляція

- В - вінілова ізоляція, зустрічається - полівінілхлоридна, ПВХ - пластикат;
- П - поліетилен;
- Пс - поліетилен самозатухаючий;
- Пв - поліетилен вулканізований;
- Пвс - поліетилен вулканізований, самозатухаючий;
- Р - гума;
- Н - найрит, гума, що не розповсюджує горіння.

Оболонка

- А - алюмінієва;
- С - свинцева;
- Ст(СТ) - сталеві;
- В - вінілова;
- П - поліетиленова;
- Н - найритова.

Броня

- Б - з двох сталевих стрічок;
- П - з прямокутного дроту;
- К - з круглого дроту.

Подушка

- нормальна подушка, що складається з крепованого паперу та бітуму, або крепованого паперу, попередньо просоченої кабельної пряжі та бітуму;
- л - крім нормальної подушки, що вказана вище, ще один шар пластмасових стрічок (ПВХ, ПЕТФ, поліамідні або інші);
- 2л - нормальна подушка і два шари пластмасових стрічок;
- п - нормальна подушка і випресуваний поліетиленовий шланг;
- в - нормальна подушка і випресуваний вініловий шланг.

m - один шар прорезиненої стрічки.

Зовнішній захисний покрив

Г - без зовнішнього покриву (голий);

без позначки – бітум, просочена кабельна пряжа і покриття, що запобігає злипанню витків;

n - негорючий захисний покрив (просочена пряжа із скловолокна і покриття, що запобігає злипанню);

Гц - без зовнішнього покриву з оцинкованою бронею;

Шп - шланг поліетиленовий;

Шв - шланг вініловий.

Приклад розшифровки силових кабелів:

ААП27 Шв 3x70 + 1x25 – кабель з алюмінієвими жилами, паперовою ізоляцією, алюмінієвою оболонкою, броньований прямокутним дротом, з нормальною подушкою і двома шарами пластмасових стрічок та зовнішнього захисного покриву у вигляді вінілового шланга, чотирижильний, три - по 70 і одна – 25 міліметрів квадратних.

АОСБл - кабель з алюмінієвими окремо освинцьованими жилами, паперовою ізоляцією, свинцевою оболонкою, броньований сталевими стрічками з нормальною подушкою і з негорючим зовнішнім захисним покривом.

АК - кабель з мідними жилами, паперовою ізоляцією, алюмінієвою оболонкою, броньований круглим дротом, з нормальною подушкою та звичайним зовнішнім захисним покривом.

АВББШв - кабель з алюмінієвими жилами, вініловою ізоляцією, оболонка відсутня, броньований сталевими стрічками без подушки і з зовнішнім захисним покриттям у вигляді вінілового шланга.

1.8 Номінальний ряд поперечних перерізів кабелів

Силові кабелі бувають одно, дво, три і чотирижильними. Їх стандартний ряд поперечних перерізів (в міліметрах квадратних): 1,5; 2,5;

4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240 (для мідних кабелів). Для алюмінієвих кабелів ряд починається з 2,5.

1.9 Особливості конструкції контрольних кабелів

Контрольні кабелі призначені для під'єднання електричних приладів і апаратів в електричних розподільчих пристроях зі змінною напругою до 660 вольт. Їх маркування не відрізняється від маркування силових кабелів за винятком того, що після матеріалу жили ставиться буква "К".

Наприклад: АКРВББГ, КВПБШв

Контрольний кабель може мати від 4 до 61 окремо ізольованої жили, як правило, однакової площі поперечного перерізу: 0,75; 1; 1,5; 2,5; 4; 6; 10 міліметрів квадратних.

2 ВПРАВИ

Вправа 1 Визначення марок проводів і кабелів за їх зразками

Для виконання вправи кожен студент отримує зразки конкретних проводів і кабелів набраних на планшеті за своїми порядковими номерами.

Завдання:

записати їх марки, на око визначити площу поперечного перерізу і перевірити їх штангенциркулем.

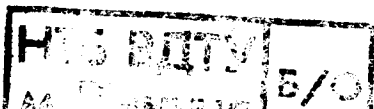
Форма звітності - здача планшетів з письмовими відповідями на оцінку.

Вправа 2 Розшифровка марок кабелів

Для виконання цієї вправи кожен студент отримує картку - завдання з довільно написаними марками проводів та кабелів.

Завдання:

- 2.1 Виконати класифікацію кабелів за матеріалом захисної оболонки.
- 2.2 Виконати класифікацію кабелів за ізоляцією.



2.3 Виконати класифікацію кабелів за захисною бронєю.

2.4 Розшифрувати марки проводів та кабелів.

Форма звітності: Здача письмових відповідей з послідуною їх оцінкою.

Типові помилки:

1. Не знають принципової різниці між проводами, шнурами та кабелями.
2. Затруднення у швидкому визначенні поперечних перерізів струмопровідних жил.
3. Затруднення у визначенні матеріалів, що використані в кабелях.

В результаті вивчення теми студент повинен

Знати :

1. Стандартний ряд поперечних перерізів проводів, шнурів та кабелів.
2. Конструкцію проводів та кабелів.
3. Способи прокладання певних марок проводів та кабелів.

Вміти:

1. Візуально визначати площі поперечних перерізів проводів та силових кабелів.
2. Візуально визначати марки проводів та силових кабелів.
3. Вибирати кабель для певного способу його прокладання.

Тема: “Електровимірювальні прилади та схеми їх ввімкнення”

Мета роботи:

1. Познайомитись з конструкцією електровимірювальних приладів (ЕВП).
2. Навчитись читати паспорти ЕВП
3. Познайомитись з існуючими системами ЕВП.
4. Познайомитись з пунктами установки ЕВП.
5. Познайомитись з конструкцією та схемами включення вимірювальних трансформаторів.
6. Навчитись складати схеми ввімкнення ЕВП та збирати їх.
7. Навчитись працювати з тестером, мегомметром та приладом для виміру заземлення.
8. Навчитись визначати потужність різними методами.

















Прилади та матеріали: лічильники електроенергії: однофазний та трифазні (активний та реактивний); амперметр; вольтметр; ватметр; фазометр; частотомір; з'єднувальні провідники; активне та реактивне навантаження; автоматичні вимикачі.

I Короткі теоретичні відомості

Всі ЕВП, що використовуються в електроенергетиці, діляться на показуючі та реєструючі. За місцем установки – на стаціонарні та переносні. ЕВП бувають стрілочні, цифрові, самопишучі, статистичні аналізатори та інформаційно-вимірювальні системи та комплекси.

Кожен прилад на шкалі або передній панелі має паспорт з умовними позначками: виду струму, положення приладу, класу точності та напруги, якою випробуваний корпус приладу. Умовні позначки паспортних даних приведені в таблиці 1.







Таблиця 1 - Умовні позначки на шкалі приладу

Вид струму	Постійний	
	Змінний однофазний	
	Постійний і змінний	
	Трифазний	
	Трифазний при нерівномірному навантаженні фаз	
Положення приладу	Горизонтальне положення шкали	
	Вертикальне положення шкали	
	Похиłe положення шкали під певним кутом до горизонту (наприклад, 30°)	
	Напрямок орієнтації приладу в земному магнітному полі	
Позначення групи приладу (наприклад, Б)		
Клас точності приладу	Клас точності при нормуванні похибки (у відсотках) від довжини шкали, тобто в лінійних одиницях (наприклад, 1.0)	
	Клас точності при нормуванні похибки (у відсотках від діапазону вимірювання) (наприклад, 1.5)	
	Клас точності при нормуванні похибки (у відсотках від кінцевого значення робочої частини шкали) для приладів з безнульовою шкалою (наприклад, 1.5)	
	Клас точності при нормуванні похибки у відсотках від даного показання (наприклад, 0.05)	
Вимірювальне коло ізольоване від корпусу і випробуване напругою (наприклад, 2 кВ)		
Дивись додаткові вказівки в паспорті і інструкцію з експлуатації		

Крім того, на шкалі приладу приводиться також умовна позначка системи приладу. Основні системи приладів приведені в таблиці 2.

Таблиця 2 - Умовні позначки систем приладів

	Система приладу	Умовна позначка
1.	Магнітоелектричний прилад з рухомою рамкою	
2.	Магнітоелектричний логометр з рухомою рамкою	
3.	Магнітоелектричний прилад з рухомим магнітом	
4.	Магнітоелектричний логометр з рухомим магнітом	
5.	Електромагнітний прилад	
6.	Електромагнітний логометр	
7.	Електромагнітний поляризований прилад	
8.	Електродинамічний прилад	
9.	Електродинамічний логометр	
10.	Електростатичний прилад	
11.	Феродинамічний прилад	
12.	Феродинамічний логометр	
13.	Індукційний прилад	
14.	Індукційний логометр	
15.	Магнітоіндукційний прилад	
16.	Вібраційний (язичковий) прилад	
17.	Тепловий прилад (з нагрівним дротом)	
18.	Біметалевий прилад	
19.	Термоперетворювач ізольований	
20.	Термоперетворювач неізолюваний	
21.	Випрямляч напівпровідниковий	
22.	Випрямляч електромеханічний	
23.	Електронний перетворювач	
24.	Перетворювач вібраційно-імпульсний	
25.	Компенсаційний перетворювач	
26.	Термоелектричний прилад (з ізольованим перетворювачем)	

	і магнітоелектричним вимірювальним механізмом)	
27.	Вібраційно-імпульсний прилад (з вібраційно-імпульсним перетворювачем і магнітоелектричним вимірювальним механізмом)	
28.	Випрямляючий прилад (з напівпровідниковим і магнітоелектричним вимірювальним механізмом)	
29.	Випрямляючий прилад (з напівпровідниковим випрямлячем і вимірювальним механізмом з рухомих магнітом)	
30.	Електронний прилад (з електростатичним вимірювальним механізмом)	
31.	Магнітоелектричний прилад першої категорії захищеності від магнітних впливів	
32.	Електростатичний прилад першої категорії захищеності від електричних полів	

1.1 Похибки вимірювань та класи точності

Абсолютною похибкою виміру ΔA називають різницю між знайденим значенням вимірюваної величини $A_{\text{вим}}$ і дійсним її значенням A_d :

$$\Delta A = A_{\text{вим}} - A_d$$

Абсолютною поправкою виміру називають величину δA , рівну абсолютній похибці, взятій із зворотнім знаком:

$$\delta A = -\Delta A$$

Дійсне значення вимірюваної величини при відомій поправці виміру визначається:

$$A_d = A_{\text{вим}} + \delta A$$

Відносною похибкою виміру ε називається відношення абсолютної похибки ΔA до дійсного значення вимірюваної величини A_d :

$$\varepsilon = \frac{\Delta A}{A_d} \cdot 100 = \frac{A_{\text{вим}} - A_d}{A_d} \cdot 100 [\%],$$

$$\text{або } \varepsilon = \frac{\Delta A}{A_{\text{вим}} - A_d} \cdot 100 [\%].$$

Приведеною відносною похибкою вимірювального приладу $\varepsilon_{\text{пр}}$ називають відношення абсолютної похибки до різниці між верхньою $A_{\text{в}}$ і нижньою $A_{\text{н}}$ межами виміру приладу:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \frac{\Delta A}{A_{\text{в}} - A_{\text{н}}} \cdot 100 [\%].$$

Клас приладу вказує на максимально допустиму величину $\varepsilon_{\text{пр}}$. ГОСТ 8.401-80 передбачає такі класи точності електровимірювальних приладів: 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0 та інші.

1.2 Пункти установки електровимірювальних приладів

Стационарні ЕВП встановлюються в пунктах, що передбачені ПУЕ та ПТЕ.

На всіх генераторах встановлюються розрахункові лічильники активної енергії, що фіксують всю вироблену електроенергію. Лічильники реактивної енергії встановлюються на генераторах змінного струму потужністю 1 мВт і більше. На всіх генераторах встановлюються ватметри і варметри, частотоміри, а також прилади синхронізації генератора з мережею. Амперметри змінного струму встановлюються у всіх трьох фазах статорів генераторів потужністю 15 мВт і більше, для генераторів меншої потужності – по одному амперметру. Амперметри постійного струму вмикаються в коло збудження всіх генераторів і в силове коло генераторів постійного струму. В головних колах кожного генератора встановлюються, як правило, один вольтметр, а при потужності 1 мВт і більше контролюється також напруга збудження.

На підстанціях енергосистеми розрахункові лічильники активної та реактивної електроенергії встановлюються з високої та середньої сторін. На трансформаторних підстанціях промислових підприємств облік ведеться, як правило, з низької сторони, крім випадків живлення високою напругою інших споживачів, у цьому випадку облік ведеться на високій стороні з використанням вимірювальних трансформаторів напруги та струму.

Ватметри і варметри встановлюються на крупних підстанціях для постійного контролю режимів мережі при необхідності контролю перетоків потужності (при періодичному контролі передбачають можливість присіднання переносних приладів).

Крім обов'язкових ЕВП, передбачених ПУЕ та ПТЕ, підприємство має право встановлювати стаціонарні вимірювальні прилади в місцях, де це необхідно за умовами виробництва, не потребуючи дозволу електропостачальної організації, наприклад, лічильники контролю електроенергії окремими цехами та окремими потужними агрегатами (технічний облік).

1.3 Ввімкнення ЕВП за допомогою вимірювальних трансформаторів

До вимірювальних трансформаторів відносяться трансформатори струму (ТС) і трансформатори напруги (ТН). Користування ними розширює можливість використання ЕВП і зменшує небезпеку враження електричним струмом при їх експлуатації.

1.3.1 Трансформатори струму

Трансформатори струму працюють в режимі насичення (режим короткого замикання). Крім лабораторних ТС, ТС виготовляють, як правило, з номінальним струмом вторинної обмотки 5 ампер. ТС виготовляють для всіх класів напруг, починаючи з напруг до 1000 вольт (табл.1.), причому один ТС може мати кілька вторинних обмоток, але одна із них класу 0,2 або 0,5 призначена тільки для підключення приладів обліку, інші меншого класу точності – для під'єднання струмових кіл показуючих приладів, кіл релейного захисту та автоматики. Слід зауважити, що категорично забороняється розривати вторинну обмотку ТС через небезпечну перенапругу та можливе перегрівання магнітопровода. При зніманні приладів, вторинна обмотка закорочується, а при підключенні приладів під напругою застосовуються спеціальні роз'єми, які при від'єднанні відповідної частини автоматично закорочують вторинну обмотку без, навіть, тимчасового розриву струмового кола.

Таблиця 3 - Основні номінальні параметри ТС (ГОСТ 7746-68)

Номінальна напруга $U_n, \text{кВ}$	0,66; 3; 6; 10; 20; 35; 110; 150; 220; 330; 500
Номінальний первинний струм $I_{1н}, \text{А}$	1, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 75, 80, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 750, 800, 1000, 1200, 1500, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 8000, 10000, 12000, 14000, 16000, 18000, 20000, 25000, 28000, 32000, 35000, 4000.
Номінальний вторинний струм $I_{2н}, \text{А}$	1; 2; 2,5; 5.
Номінальне вторинне навантаження, В А	2,5; 5; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 75; 100.
Номінальний клас точності	0,2; 0,5; 1; 3; 10.

При маркуванні ТС після його марки через дефіс приводиться цифра, що вказує на його номінальну напругу в кіловольтах, на яку він розрахований. Наприклад: ТЛМ-6, ТПЛУ-10, ТПОЛ-10, ТПЛК-10, ТВЛМ-10, ТШЛ-10, ТФН-35М.

Скорочення означають: Т – трансформатор струму; В – втулковий; Д – з сердечником для диференційованого захисту; М – модернізований або малогабаритний; Н – зовнішньої установки; О – одновитковий; П – прохідний; Ф – з фарфоровою ізоляцією; Ш – шинний.

Умовні позначення ТС з однією і двома вторинними обмотками приведені на рисунку 1.

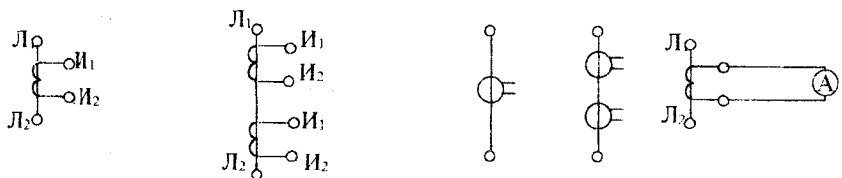


Рисунок 1 - Умовні позначки ТС

1.3.2 Трансформатори напруги

ТН використовуються для вимірювання напруги в високовольтних мережах та для контролю ізоляції в мережах з ізолюваною нейтраллю.

ТН розраховані на максимально можливу потужність приєднувальних приладів, кін релейного захисту та автоматики і для різних класів напруг можуть мати потужність від 200 до 2000 вольт ампер. Номінальна вторинна напруга ТН складає 100 вольт. Вимірювальні ТН бувають одно і трифазними, сухими та масляними.

В марках ТН через дефіс також вказують напругу високої сторони в кіловольтах. Наприклад: НОС-0.5; НОМ-6; НОМ-35; НТМК-10; НТМІ-10; НКФ-110, де: Н – трансформатор напруги; О - однофазний; С – сухий; Т – трифазний; З – заземлюючий; М – масляний ; І – триобмотковий з обмоткою для контролю ізоляції; К – для сухих трансформаторів означає комплектований, для масляних – з компенсаційною обмоткою, в фарфоровій покришці – каскадний.

1.3.3 Схеми ввімкнення ватметрів

Потужність трифазної мережі вимірюють за методом трьох ватметрів (при несиметричному навантаженні) і за методом двох ватметрів (при симетричному навантаженні):

$$P = 3U_{\phi} I \cos \varphi = U_{\phi} I_A \cos \varphi_A + U_{\phi} I_B \cos \varphi_B + U_{\phi} I_C \cos \varphi_C,$$

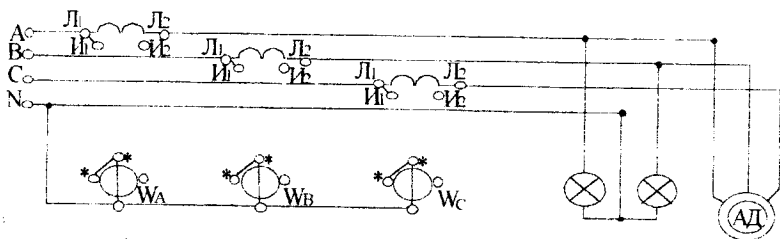
$$P = \sqrt{3} U_{\Delta} I \cos \varphi$$

Формули реактивної потужності трифазної мережі за вказаними методами:

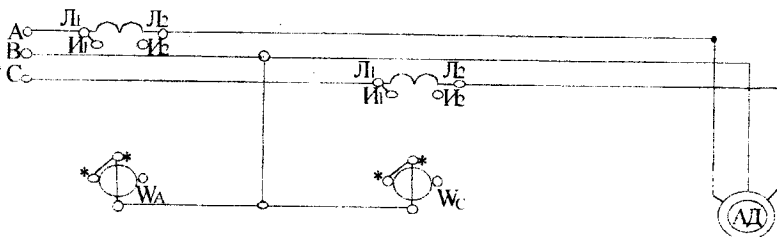
$$Q = 3U_{\phi} I \sin \varphi$$

$$Q = \sqrt{3} U_{\Delta} I \sin \varphi$$

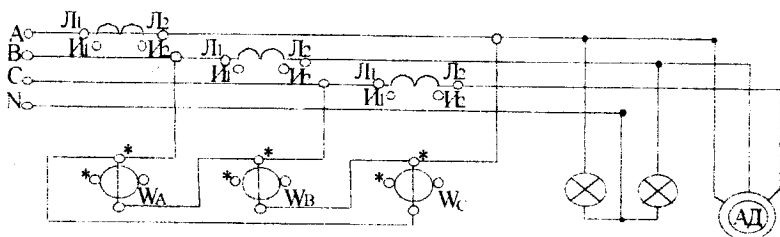
Схеми ввімкнення ватметрів в трифазну мережу до 1000 В показані на рисунку 2.



а)



б)



в)

Рисунок 2 - Схеми ввімкнення ватметрів в трифазну мережу:

- а) для виміру активної потужності за методом трьох ватметрів;
- б) для виміру активної і реактивної потужності за методом двох ватметрів;
- в) для виміру реактивної потужності за методом трьох ватметрів.

Для схем, приведених на рисунку 2, потужність трифазної системи за показами ватметрів може бути обчислена за формулами:

$$\text{для схеми а) - } P = (P_A + P_B + P_C) k_{TC};$$

$$\text{для схеми б) - } P = (P_1 + P_2) k_{TC};$$

$$Q = \sqrt{3}(P_1 - P_2) k_{TC}$$

$$\text{для схеми в) - } Q = \frac{P_A + P_B + P_C}{\sqrt{3}},$$

де P_A, P_B, P_C, P_1, P_2 - показання ватметра для відповідної схеми, k_{TC} - коефіцієнт трансформації трансформаторів струму при умові, що для всіх фаз вони однакові.

Для виміру потужності в мережах вище 1000 В використовують крім ТС обов'язково трансформатори напруги. Схема виміру потужності з використанням ТН приведена на рисунку 3.

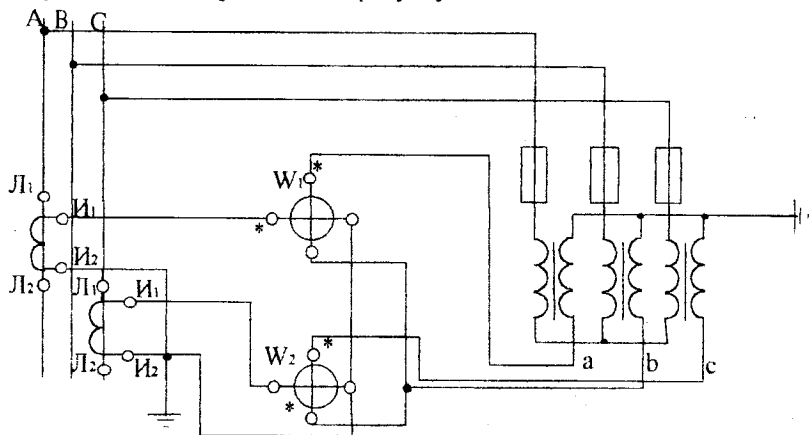


Рисунок 3 - Схема ввімкнення ватметрів за допомогою ТН

Розрахунок активної і реактивної потужності трифазної мережі для вказаної схеми можна виконати за формулою:

$$P = (P_1 + P_2) k_{TC} k_{ТН};$$

$$Q = \sqrt{3}(P_1 - P_2) k_{TC} k_{ТН},$$

де P_1 і P_2 - показання відповідних ватметрів, $k_{ТН}$ - коефіцієнт трансформації ТН.

1.3.4 Схеми ввімкнення лічильників електроенергії

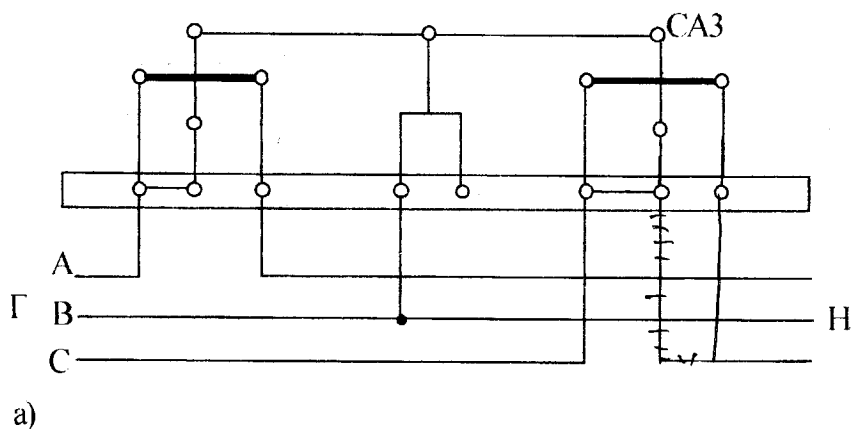
Для обліку і контролю електричної енергії в мережах змінного струму використовують однофазні і трифазні лічильники. Останні бувають дво і трелементними, активними та реактивними.

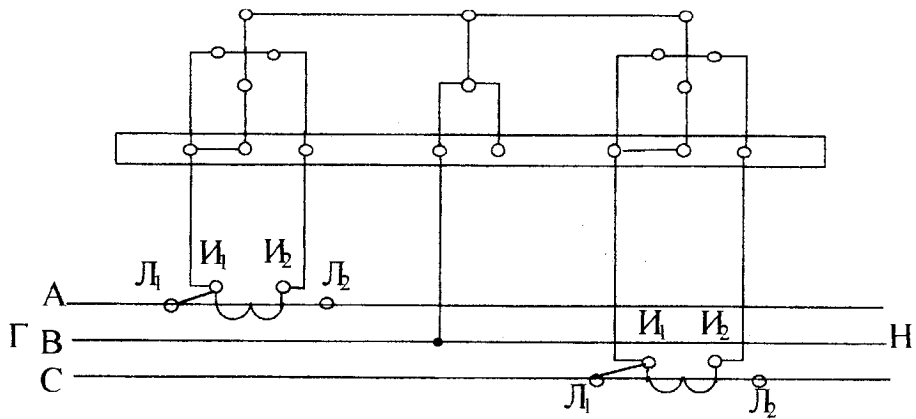
Для обліку застосовують лічильники електроенергії класу 0,5, 1,0 і 2,0, для контролю – 2,5.

Двоелементні лічильники використовують, як правило, в трипровідних мережах, тому в їх маркуванні стоїть цифра 3. Триелементні лічильники можуть використовуватись як в трипровідних, так і в чотирипровідних мережах. В маркуванні останніх стоїть цифра 4.

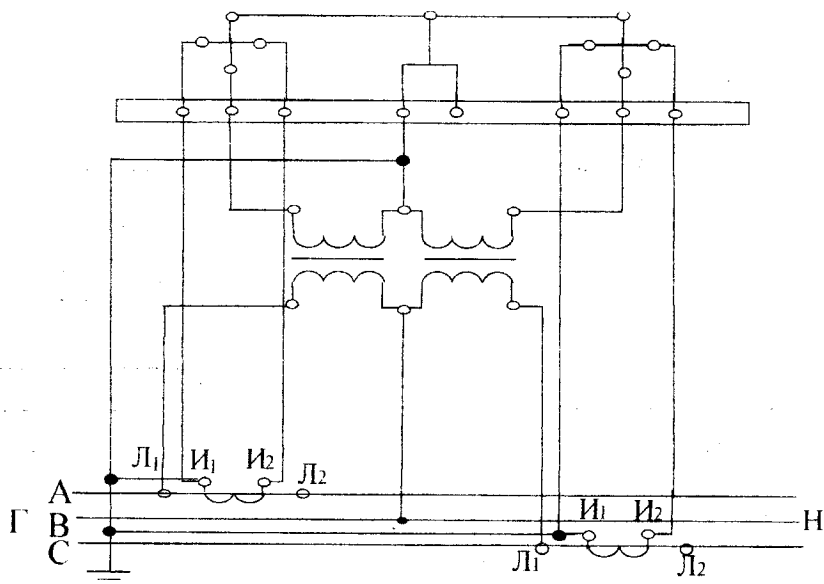
При маркуванні лічильників на першому місці стоїть буква С, що означає "счетчик", на другому місці буква А або Р – відповідно активної або реактивної енергії; на третьому місці цифра 3 або 4; на четвертому місці може стояти буква У, що означає універсальний; через риску пишуть І та цифри, що вказують на модифікацію.

Лічильники можуть вмикатися в мережу безпосередньо, та за допомогою трансформаторів струму та напруги, рисунок 4. Букви "Г" та "Н" вказують, відповідно, на сторону генератора або навантаження.



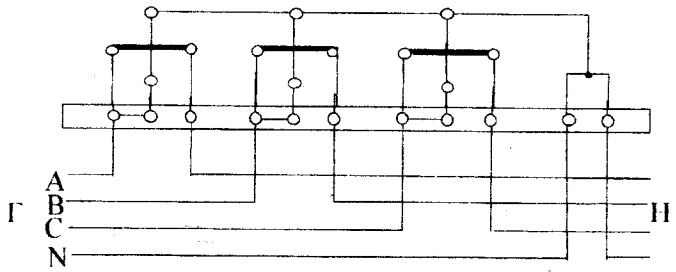


б)

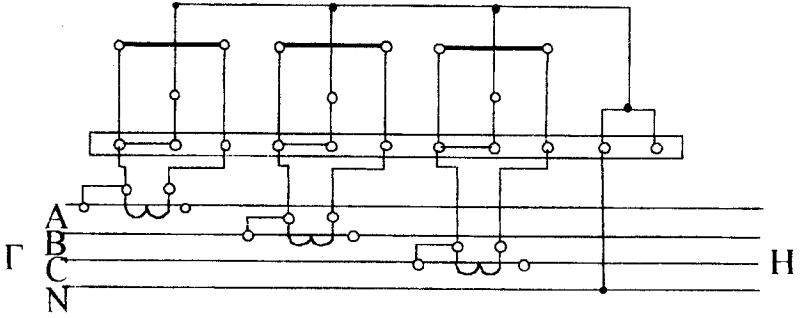


в)

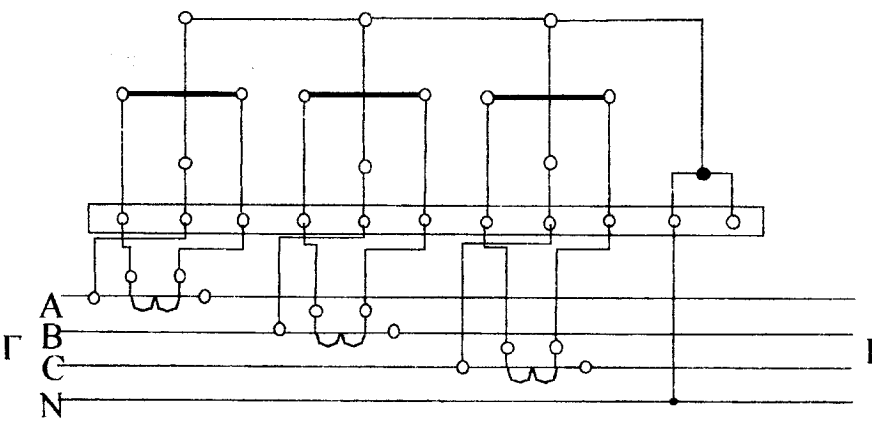
CA4



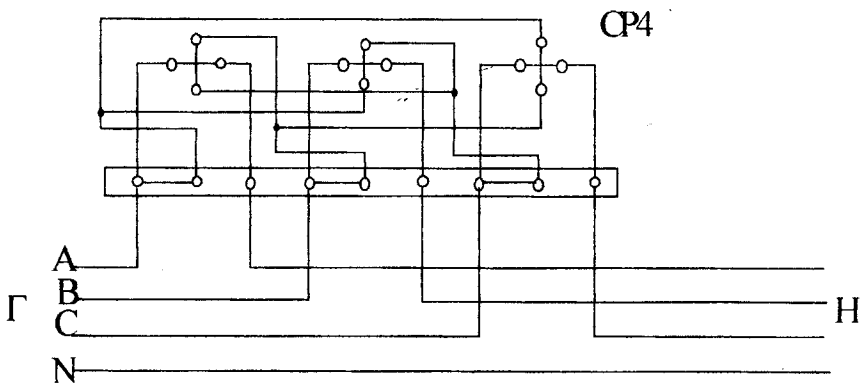
г)



д)



е)



ж)

Рисунок 4 - Схеми ввімкнення лічильників електричної енергії:

а, б, в – схеми ввімкнення двоелементних лічильників активної електроенергії, відповідно, прямого включення, за допомогою ТС та ТС і ТН в трипровідну мережу;

г, д, е – схеми ввімкнення триелементних лічильників активної електроенергії, відповідно, прямого ввімкнення, за допомогою ТС та ТС і самостійного виводу кола напруги ;

ж - схема прямого ввімкнення лічильника реактивної енергії в чотирипровідну мережу.

На схемі в) показана схема ввімкнення лічильника за допомогою двох однофазних трансформаторів напруги. Схема ввімкнення лічильника за допомогою трифазного ТН показана на рисунку 5.

Для визначення дійсних витрат електроенергії, зафіксованих лічильником, у випадку використання трансформаторів струму, струму і напруги, треба показання лічильника, відповідно, помножити на коефіцієнт трансформації ТС або на коефіцієнти трансформації ТС і ТН.

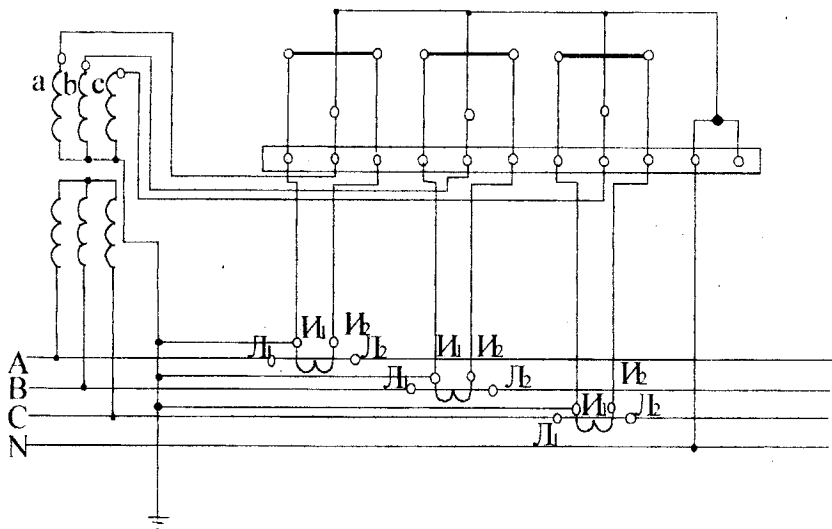


Рисунок 5 - Схема ввімкнення лічильника за допомогою ТС і трифазного ТН

2 Програма роботи

Завдання 2.1

Для закріплення теоретичного матеріалу кожен студент отримує певне завдання з виміру конкретних електричних величин при конкретному навантаженні і складає схему ввімкнення ЕВП на папері. Після перевірки схеми викладачем, студент аналізує свої помилки і виправляє їх. Правильно складена схема є допуском до проведення лабораторної роботи.

Завдання 2.2

За схемою прямого ввімкнення ЕВП, що подана на рисунку 6, вибрати потрібні прилади, виконати монтаж схеми для виміру струму, напруги, частоти, активної та реактивної потужності і електроенергії в колі активного та активно-реактивного навантаження.

Завдання 2.3

На основі схеми, що приведена на рисунку 6, скласти схему з використанням ТС, вибрати потрібні прилади, виконати монтаж схеми для виміру струму, напруги, частоти, активної та реактивної потужності і електроенергії.

Завдання 2.4

На основі схеми, що подана на рисунку 6, скласти схему з використанням ТС і ТН, вибрати потрібні прилади, виконати монтаж схеми для виміру струму, напруги, частоти, активної та реактивної потужності і електроенергії.

3 Порядок виконання роботи

- 3.1** Підгрупа розбивається на чотири бригади.
- 3.2** Кожна бригада складає схему, затверджену викладачем.
- 3.3** Кожен член бригади за допомогою тестера перевіряє схему на її відповідність і відсутність в ній короткого замикання.
- 3.4** Після перевірки схеми майстром або викладачем, викладач особисто подає напругу та перевіряє схему під напругою і дає дозвіл на проведення лабораторної роботи.
- 3.5** Результати дослідів знімаються і обробляються згідно з наведеною нижче таблицею.
- 3.6** Виконання завдання 2.2 – обов'язкове. Завдання 2.3 і 2.4 може виконуватись теоретично у вигляді додаткового питання.

Таблиця 4 - Результати дослідів

Величини	Дослід	Лампочка	Двигун	Лампочка і двигун	Примітки
Вимірні величини	W, Вт I, А U, В φ° CO, оберти/сек.* CA4, оберти/сек. CP4, оберти/сек.				1кВт·г=**
Обчислені величини	$P=UI\cos\varphi$, Вт $Q=UI\sin\varphi$, ВАр P_{CO} , Вт P_{CA4} , Вт Q_{CP4} , ВАр $S=\sqrt{P^2+Q^2}$, ВА				

*- В графах CO, CA4, CP4 в чисельник заноситься кількість зафіксованих повних обертів, в знаменнику – час в секундах, за який зафіксовано ці оберти.

** - Число обертів заноситься із паспорта лічильника.

4 Обробка отриманих результатів

4.1 Слід пам'ятати, що активна і реактивна потужність, визначена за формулами через струм та напругу, а також по активному однофазному лічильнику при роботі двигуна, є потужністю лише на одну фазу. Потужність двигуна буде в три рази більшою.

4.2 Активну чи реактивну потужність можна перерахувати, скориставшись лічильниками, за формулою:

$$P = \frac{I \text{ (кВт} \cdot \text{г)} \cdot 3600 \cdot 10^3}{N \cdot t \text{ (сек)}} = (\text{Вт}),$$

де n – кількість зафіксованих обертів; N – кількість обертів на 1 кВт-г за паспортом лічильника; t (сек.) – час в секундах, за який лічильник зробив n повних обертів.

4.3 По відношенню до показів ватметра, визначити абсолютні та відносні похибки обчислення потужності за допомогою амперметра, вольтметра, фазометра та лічильників.

4.4 Привести висновки .

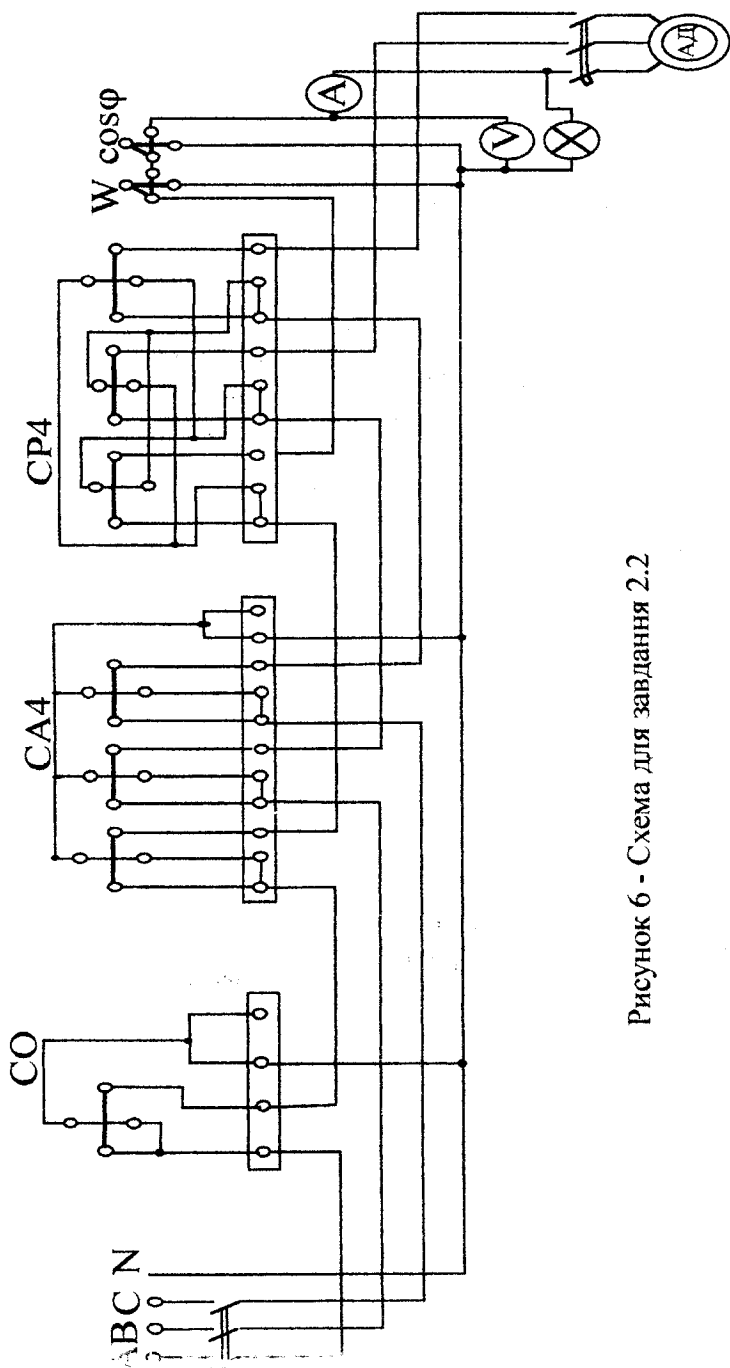


Рисунок 6 - Схема для задания 2.2

Контрольні запитання

1. Привести класифікацію приладів.
2. Що таке паспорт приладу та що в ньому записано?
3. Перерахувати системи приладів та привести їх умовні позначки.
4. Назвати призначення логометра і правила користування ним.
5. Підготовка тестера до вимірювань та його коротка характеристика.
6. Призначення ТС, їх конструкція та принцип роботи.
7. ТН, їх призначення та коротка характеристика.
8. Чому ПУЕ забороняє подавати нуль на струмову котушку лічильника?
9. Характеристика щитових та лабораторних приладів.
10. Одиниці виміру активної, реактивної та повної потужності.
11. Коротка характеристика лічильників СА3 і СА4 та їх призначення.
12. Правила техніки безпеки при обслуговуванні ТС та ТН.
13. Поняття класу точності приладу.
14. Призначення дзеркальної шкали приладу.
15. Знаючи коефіцієнт трансформації ТС та напругу мережі, знайти дійсні витрати електроенергії, зафіксовані лічильником.
16. Записати формули визначення потужності трифазної системи за методом двох і трьох ватметрів.

Тема: “ЧИТАННЯ КРЕСЛЕНЬ”

Мета роботи :

1. Познайтись зі складом проектної документації та її призначенням.
2. Познайтись з діючими нормативними документами та стандартами, якими керуються при розробці проектної документації.
3. Вивчити основні буквені коди елементів та умовні графічні позначення в них.
4. Вивчити основні типи схем та навчитись їх читати .

Об'єкти робіт:

1. Умовні графічні позначення в електричних схемах. (Додаток А)
2. Буквені коди елементів принципів схем. (Додаток Б)
3. Принципові схеми, що входять до завдання.

1 Короткі теоретичні відомості

Для виготовлення будь-якого виробу та будівництва підприємств з найскладнішою технологією розробляється проектно-конструкторська документація, в якій окремо розглядається технологічний процес, будівництво, тепло та водопостачання, електропостачання та інше.

Над проектом одночасно працюють багато відділів, які погоджують свою роботу між собою. Це технологічні, сантехнічні, будівельні, електротехнічні та інші. Крім того, відділи, в свою чергу, діляться на групи за фахом. Так, в електротехнічний відділ, наприклад, можуть входити такі групи: електропостачання, електроприводу, вторинної комутації, автоматики, телемеханіки, контрольно-вимірювальних приладів, електричного освітлення та інші.

Для організації узгодженої діяльності всіх участків проектування, незалежно від їх прилеглих до того чи іншого відділу, при створенні великих проектів призначається головний інженер проекту.

Згідно з будівельними нормами – СН 202-76 проектування ведеться на основі техніко-економічного обґрунтування (ТЕО), що підтверджує

необхідність будівництва, розширення, реконструкції або технічного переозброєння діючих підприємств.

Складні проекти виконуються в дві стадії: 1) розробка технічного проекту; 2) робочі креслення, які виконуються після затвердження технічного проекту. В одну стадію проєктують технічно нескладні об'єкти або об'єкти, будівництво яких ведеться за типовими проєктами. При одностадійному проєктуванні виконують техноробочий проєкт, де об'єднуються матеріали технічного проєктування і робочі креслення.

Процес проєктування – творчий процес і разом з тим виконується в рамках великої кількості обмежень, закладених в нормативних та директивних документах. В цілому проєкт можна розбити на такі складові, як пояснювальна записка, креслення, заявочні специфікації та кошторис, який оцінює розміри коштів реалізації цього проєкту.

Детально розглянемо електротехнічну частину, яка в окремих випадках може бути самостійним проєктом.

1.1 Технічні умови на електропостачання

Для виготовлення проєкту керівник підприємства заповнює опитувальний лист для видачі технічних умов на електропостачання, після чого складаються технічні умови на проєктування високовольтних (низьковольтних) електроустановок. В опитувальному листі відображається така інформація:

1. Назва підприємства – запитувача технічних умов та його адреса.
2. Назва об'єкту, місце його знаходження та підстава для проєктування.
3. Назва та адреса проєктного інституту.
4. Термін закінчення проєкту.
5. Початок будівництва.
6. Закінчення будівництва.
7. Найбільша необхідна потужність та $\cos \varphi$.
8. Характеристика обладнання, що встановлюється.
9. Найбільша існуюча потужність, що споживається в даний час.

10. Найбільша існуюча потужність, що споживатиметься в заплановані роки.
11. З вказаних потужностей, що споживаються, приводяться потужності, що відносяться до споживачів 1, 2, та 3 категорій, окремо взятих згідно з ПУЕ.
12. Допустимий термін перерви електропостачання.
13. Допустимі межі відхилення напруги в процентах.
14. Специфічні вимоги (підтримки рівня напруги, частоти, АВР та інше).
15. Наявність власних джерел електроенергії.

В технічних умовах на проектування електроустановок крім назви споживача, його адреси, потужності, року вводу в експлуатацію обов'язково вказується джерело електропостачання і точка ввімкнення з № підстанції, № лінії та № опори і їх місця знаходження. Також вказується орієнтовна відстань від споживача до точки ввімкнення, відстань від точки ввімкнення до існуючої ТП. В технічних умовах можуть приводитись додаткові умови до тимчасового електропостачання, до кількості комірок РУ і № підстанції, до рекомендаційного напрямку траси, до релейного захисту і автоматики, грозозахисту та заземленню, до необхідного переносу існуючих мереж з місця будівництва. В технічних умовах обов'язково вказується обладнання обліку та контролю електроенергії і розрахункові дані струмів короткого замикання. Технічні умови обов'язково погоджуються з електропостачальною організацією.

1.2 ЗАВДАННЯ НА ПРОЕКТУВАННЯ

Завдання на проектування складається Генеральним проєктувальником.

В завдання входять:

1. Назва і задача проєкту.
2. Підстави для проєктування.
3. Перелік виробництв, цехів, агрегатів, установок з переліком класів вибухово і пожежонебезпечних приміщень, наявності вологого і запиленого навколишнього середовища.

4. Стадії проектування.
5. Вимоги до розробки варіантів технічного проекту.
6. Запланований рівень капітальних витрат на електропостачання та витрати на науково-дослідну, дослідно-конструкторську та проектну роботу з вказівкою на джерела фінансування.
7. Термін будівництва і черги вводу в дію виробничих підрозділів підприємства.
8. Пропозиції щодо розміщення РП, щитів керування, ТП та рівня автоматизації електропостачання та релейного захисту.
9. Особливі умови проектування.

Для виконання проекту додаються такі **вихідні данні**:

1. Технологічні схеми з характеристиками обладнання.
2. Перелік виробничих приміщень і їх креслення з розташуванням технологічного обладнання з необхідним допуском та вимогами до них.
3. Креслення з установкою приладів та систем автоматизації, щитів та пультів управління комплектної поставки.
4. Будівельні креслення приміщень з розміщенням систем автоматизації, якщо такі є.
5. Системи управління електродвигунами, типами пускової та захисної апаратури.
6. Вимоги до надійності електроспоживання.

1.3 Документи, якими керуються при розробці проектної документації

Основним законодавчим документом при розробці проектної документації до цього часу залишаються "Правила устроїв електроустановок". Цей документ зібрав великий досвід проектування та експлуатації електроустановок і з розвитком нового обладнання та технічних рішень постійно доповнюється, а окремі його пункти змінюються.

Сьогодні в Україні готується подібний документ, але останній ще не надрукований. Крім вказаного документа при виконанні проектних робіт користуються в обов'язковому порядку різними будівельними нормами,

будівельними нормами та правилами, різними керівними матеріалами, державними стандартами та іншими.

Для чіткої орієнтації в нормативній базі спеціально випускався "Перечень действующих общесоюзных нормативных документов по строительству и государственных стандартов, утвержденных Госстроем СССР", який періодично видавався, де друкувалися назви документів, що втратили силу та нові документи, що з'явилися. На зміну цьому документіві в Україні видано "Показчик нормативних документів у галузі будівництва". Видавництво "Укрархбудінформ" Київ-1999. Слід зауважити, що до сьогодні не втратили сили ряд колишніх документів, наприклад, ГОСТ 21.614-88 (СТ СЭВ 3217-81) з умовних позначень на планах, СН 357-77 (Інструкція до проектування силового та освітлювального обладнання) та інші. Поряд з цим Україна випустила нові документи, такі, як ДСТУ Б А.24-4-95, де приведені вимоги до робочої документації; ДСТУ Б А.24-10-95-правила виконання специфікацій обладнання, виробів і матеріалів; ДСТУ Б А.2.4-3-95 (ГОСТ 21.408-93)-система проектної документації автоматизації технологічних процесів. Цей документ, як і багато інших, є міждержавним документом, тому, що випущений і узаконений багатьма країнами СНД. Важливими і обов'язковими є також правила технічної експлуатації (ПТЕ) та правила техніки безпеки (ПТБ).

При виконанні проекту обов'язково вказуються документи, що використовувались при проектуванні. Крім законодавчих документів, в проектній практиці досить широко використовуються різні керівні матеріали, де приводяться методи розрахунків, окремі вимоги та підходи при вирішенні більш вузьких питань, так наприклад, розрахунок навантажень, розрахунок і вибір компенсуючих пристроїв та інше.

Слід зауважити, що за неправильно прийняте проектне рішення проектувальник несе кримінальну відповідальність, через те всі проведені зміни в проекті обов'язково оформляються документально.

1.4 Електрична частина проекту та її складові

Як було зазначено раніше, будь-який проект складається з пояснювальної записки, креслень, заявочних специфікацій та кошторису. В свою чергу всі креслення діляться на такі типи схем: структурні, функціональні, принципіві, схеми з'єднань (монтажні), схеми підключень, загальні, розташування та об'єднані схеми.

Розкриємо призначення цих схем на прикладі проекту автоматичного подрібнення коренеплодів в кормоцеху тваринницької ферми, технологічний процес якого можна описати функціональною схемою, що приведена на рис. 1.

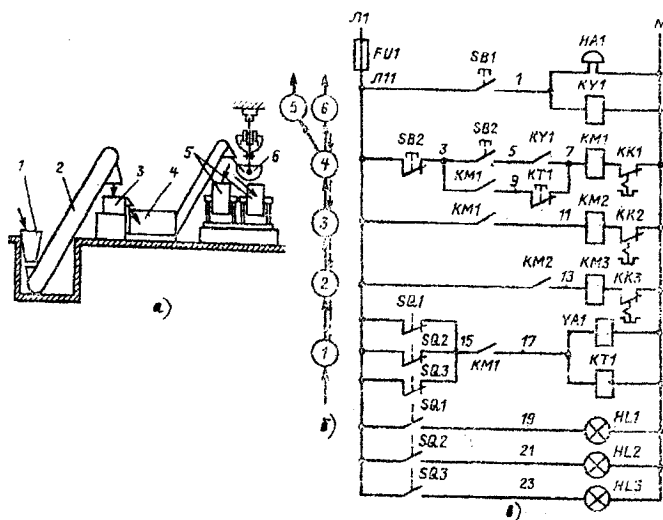


Рисунок 1 - Поточна лінія переробки коренеплодів

а)- функціональна схема; б)- структурна схема; в)- принципова схема.

Запас коренеплодів зберігається в бункері 1. В нижній частині бункера за допомогою електромагніта дистанційно можна керувати заслонкою бункера, відкриваючи або закриваючи її. З бункера коренеплоди потрапляють на транспортер 2, який подає їх в пристрій 3, що видаляє камінці. Після видалення каміння, коренеплоди подрібнюються в пристрої 4. Після подрібнення вони потрапляють в запарні чани 5 або у

візок 6 підвісної дороги для транспортування в інше приміщення. В такій системі обов'язково передбачається блокування механізмів для послідовного його запуску чи зупинки. Як правило, блокування виконується в протилежному напрямку технологічного потоку.

Для управління такою лінією складається відповідно принципова електрична схема управління – в), на якій показані пускачі відповідних механізмів. Для узгодження функціональної і принципової схеми виконують структурну схему, яка є схемою технології і блокування в даному випадку рис. 1 - б.

Управління механізмами 2 - 4 виконують пускачі КМ3-КМ1, які керуються кнопкою SB2. Кнопкою SB1 подається передпусковий сигнал, а сигнальні лампочки HL1-HL3 контролюють робочий стан механізмів 5 і 6. Для пуску лінії в роботу кнопкою SB1 подається передпусковий сигнал, який дублюється дзвінком HA1, спрацьовує реле KY1, замикає контакт в колі першого по пуску пускача КМ1. Після цього, не відпускаючи кнопки SB1, натискають SB2, вмикаючи пускач КМ1. Далі через контакти один одного запускаються пускачі КМ1 і КМ3, спрацьовує електромагніт YA1, відкриваючи заслонку бункера. Весь технологічний процес працює. Робота продовжується до заповнення запарних чанів 5 і кузовів вагонетки 6. Про це сигналізують, відповідно, їх кінцеві вмикачі SQ1-SQ3. За їх сигналом розмикається коло живлення електромагніта YA1 і реле часу КТ1. Електромагніт відпускає заслонку бункера 1, вона ж, під дією пружини зворотної дії, перекидає потік коренеплодів на транспортер 2 і далі. Використання в схемі реле часу КТ дає можливість переробити коренеплоди, що залишились на транспортерах після закриття бункера. Після часу проходження коренеплодів по технологічній лінії з моменту закриття бункера, реле часу своїми контактами відключить всі механізми. Для ручної зупинки в схемі передбачено розмикаючий контакт кнопки SB2.

В даному випадку всю апаратуру зручно розмістити в щиті управління. Схема електропостачання машин показана на рис.2.



Рисунок 2 - Однолінійна схема електропостачання поточної лінії

Запобіжник розміщений в силовому щиті кормоцеху. Всі струми апаратів, їх типи, марки проводів та кабелів, способи прокладки вибирають згідно з ПУЕ за допомогою довідників з електропостачання. В щиті встановлені пускачі без захисних кожухів серії ПМЛ з електротепловими захисними реле РТЛ-1012 на струм 8 А, що мають діапазон регулювання 5,5-8 А. Конкретний струм захисту підбирається

відповідно до струму електродвигуна. До пускача КМ1 через необхідність установки додатково трьох допоміжних контактів, передбачена контактна приставка ПКЛ-2204. На однолінійній схемі електропостачання показані силові комутаційні апарати, електропроводки і способи їх прокладок. Далі показано креслення щита управління, де вказані розміри, місця установки кожного апарату з врахуванням зручності монтажу та його обслуговування (схема розташування рис.3.).

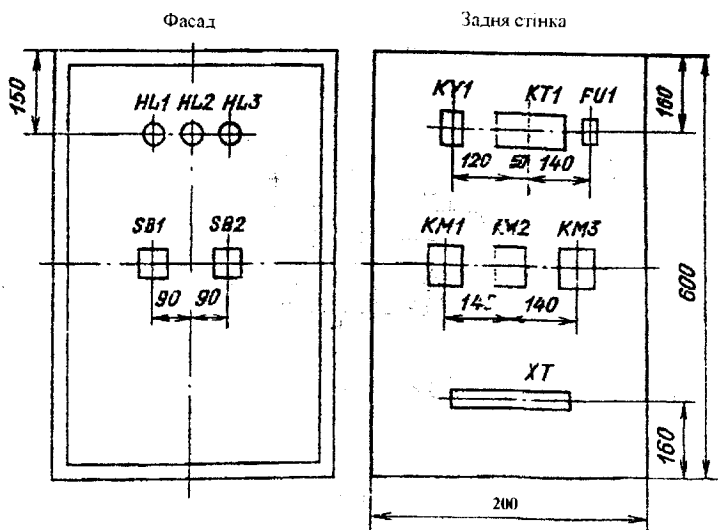


Рисунок 3 - Схема розташування, або загальний вигляд щита з компоновкою електрообладнання

Шафа під щит управління може використовуватись як заводського стандартного виготовлення, так і виготовляється самостійно. Слід звернути увагу, що все силове обладнання монтується на задній стінці, клемна колодка (набірні затискачі), як правило, знаходиться знизу з міркувань техніки безпеки і зручності, кнопки управління, сигнальні лампи, тобто кола вторинної комутації, встановлюються на дверцятах шафи.

До установки приймається така апаратура: сигнальні лампи HL1-HL3 (АС-220), кнопки SB1(ПКЕ 122-1У3),SB2(ПКЕ 622-2У3), реле КУ (РПУ-

2М), КТ1(ВЛ-18-1), запобіжник FU1(ПРС-6-17) з струмом вставки 6 А, блок затискачів ХТ (БЗ-10).

Маючи заводські електричні схеми кожного апарату, можна виконати креслення схеми внутрішніх з'єднань щита (електромонтажну схему) - рис.4, що може креслитись без витримування масштабу.

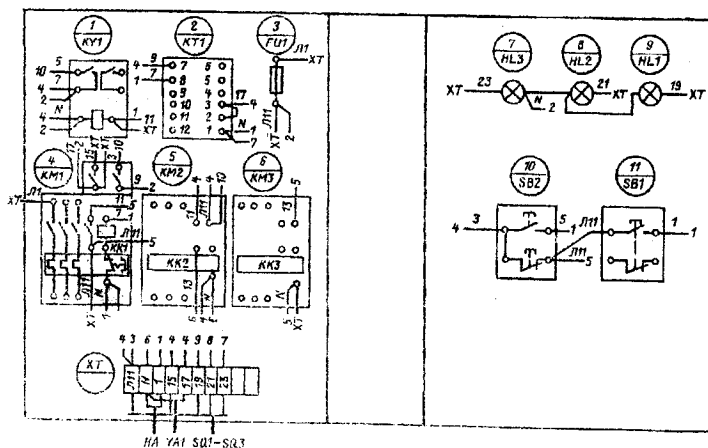


Рисунок 4 - Схема внутрішніх з'єднань щита управління

В контурі, що позначає місце установки апарату, наноситься його електрична схема зі своїми заводськими позначеннями. Над кожним зображенням апарату в колі через чисельник і знаменник, відповідно, проставляється порядковий номер елемента та позиційне буквене позначення за принциповою схемою. Після цього виконується монтаж одним із способів, наприклад, методом зустрічної адресації, при якому до відповідного затискача апарату вказується провідник, що обов'язково виходить за контур апарату. над яким проставляється номер відповідно до електричної схеми, а з його торця вказується адреса. На зустрічному апараті позначається цей самий провідник з номером попереднього апарату. Коли в складній схемі використовується кілька подібних блоків, тоді в цьому випадку в позиційній позначці і в номері провідника на першому місці проставляється цифра, що вказує на номер блока. Після цього складається схема підключення щита та електрообладнання, або, як

її називають, схема зовнішніх з'єднань, рис.5. На цій схемі показані всі необхідні технологічні машини і електрообладнання та відповідні електропроводки згідно з принциповою схемою з вказанням марок проводів, їх довжини та способу прокладки. Заключною схемою для цього простого проекту є схема розміщення електрообладнання на плані, рис.6. На ній наноситься план приміщення і спрощено технологічне обладнання, що проектується, причому, в умовних позначеннях біля кожного проставляється позиційна позначка за попередніми кресленнями проекту, показуються траси прокладки електропроводок і вказуються їх умовні номери за схемою під'єднання та однолінійною схемою. Обов'язково складається специфікація обладнання і монтажних матеріалів. Кошторис складається на всі види робіт, куди включаються також калькуляція вартості щита управління, а також вартість підготовки до включення апаратури в щиту. Кошторис на цей проект в прикладі не приводиться.

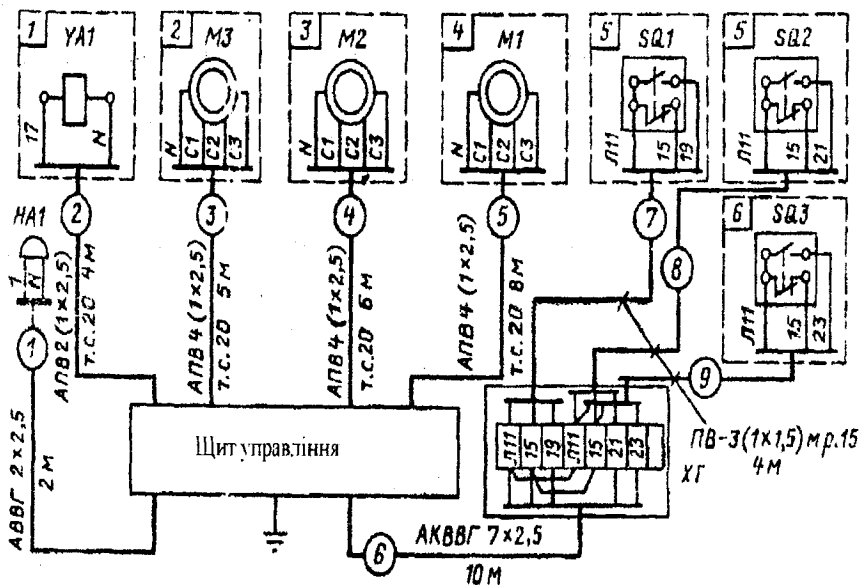


Рисунок 5 - Схема зовнішніх підключень щита управління і електрообладнання

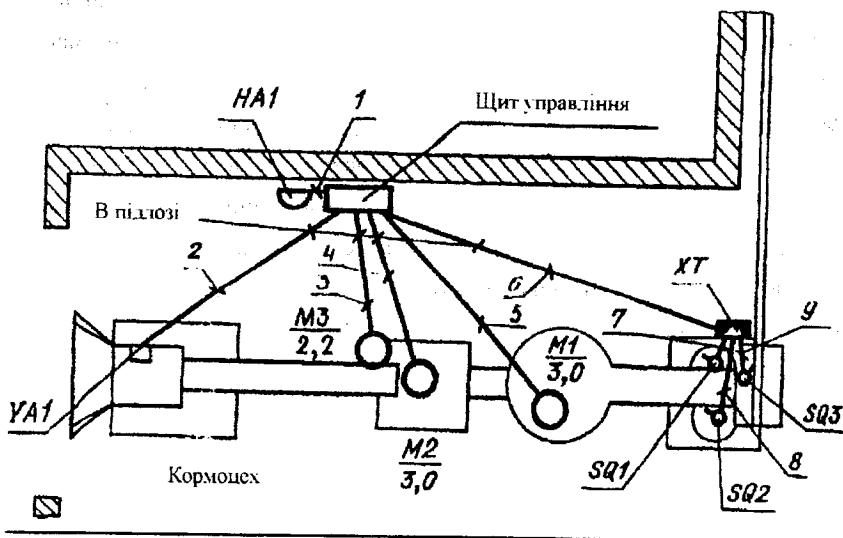


Рисунок 6 - Схема розміщення електрообладнання

2. Перелік завдань на розробку проектної документації

2.1 Розробити проєкт щита управління глибинним насосом.

Передбачити режим ручної та автоматичної роботи і облік електроенергії за допомогою трансформаторів струму.

2.2 Розробити проєкт шафи керування реверсивним приводом з індикацією напрямку обертання та режиму холостого ходу і навантаження.

2.3 Розробити проєкт автоматичної підтримки температури в приміщенні, передбачивши трифазний ввід та облік електроенергії через трансформатори струму.

Примітка:

При необхідності викладач може змінювати завдання та технічні умови до нього.

3. Порядок виконання роботи

Студент отримує тему завдання з неповною принциповою схемою (без буквених кодів елементів схеми та без нумерації провідників) з технічними умовами.

1. Користуючись додатком (умовні позначки елементів схем та їх буквені коди) потрібно закінчити принципову схему, проставивши буквені коди елементів та пронумерувати провідники.
2. Вивчити принцип роботи схеми і розбити її на блоки.
3. Скласти специфікацію апаратів та матеріалів.
4. Скласти схему розташування блоку, вказаного викладачем. Так як студенти першого курсу ще не знайомі з методами визначення розрахункових навантажень та з вибором електрообладнання, від яких залежать конкретні розміри апаратів і блока в цілому, на схемі розташування потрібно вказати стрілочками всі необхідні розміри, не проставляючи їх величин.
5. На основі схеми розташування розробити схему внутрішніх з'єднань, використавши метод зустрічної адресації.
6. Розробити схему зовнішніх з'єднань.

4 Вимоги до звіту

Звіт повинен мати:

- мету роботи;
- короткі теоретичні відомості;
- опис принципу роботи схеми;
- схему розташування;
- схему внутрішніх з'єднань;
- схему зовнішніх з'єднань;
- специфікацію.

В результаті вивчення теми студент повинен

Знати:

- а) умовні позначення основних елементів на схемах та планах і їх назви;
- б) буквені коди основних елементів електричних апаратів, що використовувались в проектній практиці;
- в) назви схем;
- г) основні назви та суть нормативних документів, що використовуються при проектуванні;
- д) зміст завдання на проектування;
- е) суть технічних умов на електропостачання.

Вміти:

- а) по зовнішньому вигляду визначати вид схеми;
- б) складати схеми розташування;
- в) складати монтажні схеми;
- г) аналізувати схеми, знаходити помилки в них і робити висновки про наслідки допущених помилок;
- д) знайти пояснення в ПУЕ на можливу проектну ситуацію при розробці проекту.
















Контрольні запитання


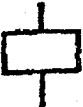

1. Назвати складові частини проектної документації.
2. Назвати призначення нормативних документів і привести їх приклади.
3. Назвати призначення схеми розташування.
4. Суть методу зустрічної адресації.
5. Назвати буквені коди елементів, що використанні в проекті.
6. Привести різницю в умовних позначеннях контактів вторинної комутації і силових контактів.
7. Що таке технічні умови на електропостачання?
8. Що входить в завдання на проектування і хто його готує?
9. Стадії проектування.
10. Які матеріали входять до вихідних даних?
11. Відповідальність проектувальника за прийняті рішення.
12. Порядок внесення змін і доповнень в проект.

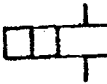






ЛИТЕРАТУРА

1. Белорусов Н.И. и др. Электрические кабели, провода и шнуры: (справочник) /Под общ. ред. Н.И. Белорусова. – 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергия, 1979. –416 с.
2. Бондаренко Б.П., Коба Н.Ф. Справочник прораба – электромонтажника. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Будивзельник, 1989. –304 с.
3. Голоднов Ю.М. Схемы включения электроизмерительных приборов. – М.: Энергия, 1979. – 80 с. (Б-ка электромонтера; Вып. 494).
4. Забокрицкий Е.И. и др. Справочник по наладке электроустановок и электроавтоматики. - К.: Наукова думка, 1985. – 702 с.
5. Каминский Е.А. Как сделать проект небольшой электроустановки. – М.: Энергия, 1980. – 120 с. (Б-ка электромонтера; Вып. 500).
6. Ключев А.С. и др. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие /Под редакцией А.С.Ключева. – М.: Энергия, 1980. – 512 с.
7. Коптев А.А. Монтаж цеховых электрических сетей до 1 кВ.: Справочник электромонтажника /Под ред. А.Д.Смирнова и др. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 192 с.
8. Кгиторов А.Ф. Производственное обучение электромонтажников по освещению, осветительным и силовым сетям и электрооборудованию: Методическое пособие для средних проф.-технических училищ. – М.: Высшая школа, 1984. – 184 с.
9. Львов А.И. Справочник электромонтера. –К.: Вища школа, Головное изд-во, 1980. – 376 с.
10. Правила устройств электроустановок /Минэнерго СССР. – 6-е изд., перераб. и доп. -М.: Энергоатомиздат, 1986. – 648 с.
11. Шварцман А.З. Моя профессия -- сельский электрик. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 112 с. – (Б-ка электромонтера; Вып. 635).
12. Этус Н.Г. Справочник по монтажу вторичных устройств, кабелей и электроосвещения на электростанциях и подстанциях. /Под ред. Н.И.Иванова, Н.Г.Этуса. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 280 с.

Умовні графічні позначення в елементарних схемах
(ГОСТ 2.755-76*)

Пристрій	Позначення	при спрацюванні і поверненні	
Позначення контактів			
1. Контакт комутуючого пристрою. Загальне позначення:		3. Контакт розмикаючий із сповільненням*, діючим:	
замикаючий		при спрацюванні	
розмикаючий		при поверненні	
перемикаючий		при спрацюванні і поверненні	
перемикаючий без розмикання кола		4. Контакт для комутації сильнотривової ланки:	
перемикаючий із середнім положенням		замикаючий	
2. Контакт замикаючий з сповільненням*, діючим:		розмикаючий	
при спрацюванні		замикаючий дугогасильний	
при поверненні		розмикаючий дугогасильний	

5. Контакт роз'єднувача		11. Вимикач кнопочний натискуючий:	
6. Контакт вимикача-роз'єднувача		з замикаючим контактом	
7. Контакт з механічним зв'язком. Загальне позначення:		з розмикаючим контактом	
замикаючий		<u>Позначення котушок</u>	
розмикаючий		12. Котушка електромеханічного пристрою (реле пускача, контактора і т.п.) Загальне позначення	
8. Вимикач трьохполюсний з автоматичним поверненням**		13. Котушка електромеханічного пристрою з однією обмоткою	
9. Вимикач шляховий:		14. Котушка електромеханічного пристрою з двома обмотками	
однополюсний		15. Котушка електромеханічного пристрою з n обмотками	
триполюсний		16. Котушка електромеханічного пристрою трифазного струму	
10. Роз'єднувач триполюсний			

<p>17. Котушка електромеханічного пристрою з одним і двома додатковими полями, в яких вказують уточнені дані електромеханічного пристрою: ~ - електромагніт змінного струму; I - обмотка струму U - обмотка напруги; I > - обмотка максимального струму; U < - обмотка мінімальної напруги; p- обмотка поляризованого електромеханічного пристрою</p>	
<p>18. Котушка, що має механічне блокування</p>	
<p>19. Котушка з прискоренням при спрацюванні.</p>	
<p>20. Котушка з прискоренням при спрацюванні і відпусканні</p>	
<p>21. Котушка зі сповільненням при спрацюванні</p>	
<p>22. Котушка зі сповільненням при відпусканні</p>	
<p>23. Котушка зі сповільненням при спрацюванні і відпусканні</p>	

*Сповільнення настає при русі в напрямку від дуги до її центру. Позначення сповільнення допускається показувати з протилежної сторони позначки нерухомого контакту, наприклад:



**При необхідності вказання величини, при зміні якої настає повернення, використовуються такі знаки:

- а) максимального струму I > ;
 - б) мінімального струму I < ;
 - в) зворотнього струму I ← ;
 - г) максимальної напруги U > ;
 - д) мінімальної напруги U < ;
 - е) максимальної температури T >
- Знаки проставляються біля позначки вимикача, наприклад:



Примітка: Умовні позначення комутаційних пристроїв допускається виконувати в дзеркальному зображенні.

Додаток Б
Буквені коди найбільш розповсюджених видів елементів

Перша буква коду (обов'язкова)	Група видів елементів	Дво і три буквенний код	Види елементів
1	2	3	4
A	Пристрій	AA AK AKS ASV	Регулятор струму Блок реле Пристрій АПВ Автомат гасіння поля
B	Перетворювачі неелектричних величин в електричні (крім генераторів і джерел живлення) або навпаки	BA BC BE BF BK BL BM BS	Гучномовець Сельсин-датчик Сельсин-приймач Телефон (капсюль) Тепловий датчик Фотоелемент Мікрофон Звукознімач
C	Конденсатори	CB CG	Силова батарея конденсаторів Блок конденсаторів зарядний
D	Інтегральні схеми, мікросборки	DA DD DS	Інтегральна схема аналогова Інтегральна схема цифрова, логічний елемент Пристрій збереження цифрової інформації
E	Елементи різні	EK EL	Нагрівальний елемент Лампа освітлювальна
F	Розрядники, запобіжники, пристрої захисту	FA FP FU FV	Дискретний елемент захисту по струму миттєвої дії Те ж саме, але інерційної дії Запобіжник плавкий Розрядник
G	Генератори, джерела живлення.	GB GC GE GK	Батарея акумуляторів Синхронний компенсатор Збудник генератора Короткозамикач
H	Пристрої індикації та сигналізації	HA HG HL	Прилад звукової сигналізації Індикатор символний Прилад світлової сигналізації

		HLA HLG HLR HLW HV	Табло сигнальне Лампа сигнальна з зеленою лінзою Лампа сигнальна з червоною лінзою Лампа сигнальна з білою лінзою Індикатори іонні і напівпровідникові
К	Реле контактори, пускачі	KA KB KBS KCC KCT KF KK KN KL KM KQ KQC KQQ KQS KQT KSG KSP KST KT KV	Реле струму Реле блокування Реле блокування від багаторазових ввімкнень Реле команди ввімкнення Реле команди відключення Реле частоти (різниці частот) Реле електротеплове Реле вказівне Реле проміжне Контактор, магнітний пускач Реле фіксації положення вимикача Реле фіксації ввімкненого положення вимикача Реле фіксації команди на ввімкнення або вимкнення вимикача Реле фіксації положення роз'єднувача Реле фіксації вимкненого положення вимикача Реле газове Реле тиску Реле температури (термореле) Реле часу Реле напруги
L	Котушки індуктивності, дроселі	LL LR LG LE LM	Дросель люмінесцентного освітлення Реактор Обмотка збудження генератора Обмотка збудження збудника Обмотка збудження ел. двиг.
М	Двигуни		

P	Прилади, вимірювальне обладнання	PA PF PJ PK PR PT PS PV PW PC PG PVA	Амперметр Частотомір Лічильник активної енергії Лічильник реактивної енергії Омметр Годинник, пристрій виміру часу Ресструючий прилад Вольтметр, синхроскоп Ватметр Лічильник імпульсів Осцилограф Варметр
Q	Вимикачі і роз'єднувачі в силових колах (електропостачання, живлення обладнання і т.д.)	QF QK QS QR QW QSG	Вимикач автоматичний Короткозамикач Роз'єднувач Відокремлювач Вимикач навантаження Заземлюючий роз'єднувач
R	Резистори	RK RP RS RU RR	Терморезистор Потенціометр Шунт вимірювальний Варистор Реостат
S	Пристрої комутаційні в колах управління, сигналізації та вимірювання. Примітка: Позначення використовують для апаратів, що не мають контактів в силових колах.	SA SAB SB SBC SBT SK SL SP SOM SQ SR SS SF SX	Вимикач або перемикач Перемич блокування Вимикач кнопковий Те ж саме, на ввімкнення Те ж саме, на вимкнення Те ж саме, що спрацьовує від температури Вимикач що спрацьовує від рівня Те ж саме, що спрацьовує від тиску Блок-контакт двигуна приводу Те ж саме, що спрацьовує від положення (шляховий) Те ж саме, що спрацьовує від частоти обертання Перемикач синхронізації Вимикач автоматичний

			Накладка (оперативна перемичка)
T	Трансформатори, автотрансформатори	TA TS TV TL	Трансформатор струму Електромагнітний стабілізатор Трансформатори: Напруги Проміжний
U	Перетворювачі електричних величин в електричні, пристрої зв'язку (крім трансформаторів)	UB UR UD UZ UG UF UI	Модулятор Демодулятор Перетворювачі: Випрямляючий Інверторний Блок живлення Перетворювач частоти Дискримінатор
V	Прилади електровакуумні, напівпровідникові	VD VL VT VS	Діод, стабілітрон Прилад електровакуумний Транзистор Тиристор
W	Лінії і елементи СВЧ, антени, лінії електропередачі	WA WE WK WS WT WU	Антенна Відгалужувач Короткозамикач Вентиль Трансформатор, фазообертач Атенуюатор
X	З'єднання контактні	XA XP XS XW XT XB XG XN	Струмоз'ємник, контакт ковзаючий Штир Гніздо З'єднувач високовольтний З'єднання розбірне Накладка, контактна перемичка Випробувальний затискач З'єднання нерозбірне
Y	Пристрої механічні з електромагнітним приводом	YA YAB YAC YAT YB	Електромагніт Замок електромагнітного блокування Електромагніт ввімкнення Електромагніт вимкнення Гальмо з електромагнітним приводом

		YC YH	Муфта з електромагнітним приводом Електромагнітний патрон, або плита
Z	Пристрої кінцеві	ZL ZQ ZA ZV ZF	Обмежувач Фільтр кварцевий Фільтр струму Фільтр напруги Фільтр частоти

ЗМІСТ

Передмова	3
Тема: “Електромонтажні матеріали та вироби”	
1. Короткі теоретичні відомості.	5
1.1 Конструкція та маркування шинопроводів.	6
1.2 Конструкція та маркування неізолюваних проводів.	9
1.3 Конструкція та маркування установочних проводів з гумовою ізоляцією.	10
1.4 Конструкція та маркування установочних проводів з пластмасовою ізоляцією.	11
1.5 Стандартний ряд поперечних перерізів установочних проводів.	12
1.6 Конструкція та маркування шнурів.	12
1.7 Конструкція та маркування кабелів.	13
1.8 Номінальний ряд поперечних перерізів кабелів.	16
1.9 Особливості конструкції контрольних кабелів.	17
2. Вправи	17
Завдання.	17
Типові помилки	18
Тема: “Електровимірювальні прилади та схеми їх ввімкнення”	
1. Короткі теоретичні відомості.	19
1.1 Похибки вимірювань та класи точності.	22
1.2 Пункти установки електровимірювальних приладів.	23
1.3 Ввімкнення ЕВІІ за допомогою трансформаторів.	24
1.3.1 Трансформатори струму.	24
1.3.2 Трансформатори напруги.	26
1.3.3 Схеми ввімкнення ватметрів.	26
1.3.4 Схеми ввімкнення лічильників електроенергії.	28
2. Програма роботи.	33
3. Порядок виконання роботи.	34
4. Обробка отриманих результатів.	35
Контрольні запитання.	38

Тема: "Читання креслень"	
1. Короткі теоретичні відомості	39
1.1 Технічні умови на електропостачання	40
1.2 Завдання на проектування	41
1.3 Документи, якими користуються при розробці проектної документації	42
1.4 Електрична частина проекту та її складові	44
2. Перелік завдань на розробку проектної документації	50
3. Порядок виконання роботи	51
4. Вимоги до звіту	51
Контрольні запитання	52
Література	53
Додаток А	54
Додаток Б	57

Навчальне видання

Микола Павлович Свіридов, Іван Михайлович Романюк

ЕЛЕКТРОМОНТАЖНІ МАТЕРІАЛИ ТА ВИРОБИ,
ЕЛЕКТРОВІМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ І ЧИТАННЯ КРЕСЛЕНЬ

Навчальний посібник з дисципліни “Робоча професія”

Оригінал -макет підготовлено авторами

Редактор В.О.Дружиніна
Коректор Ю.І.Франко

Підписано до друку 28.12.2001р.

Формат 29.7*42 1/4

Гарнітура Times New Roman

Друк різнографічний

Ум. друк. арк. 305

Тираж прим. 75

Зам.№ 2001-036

Віддруковано в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі
Вінницького державного технічного університету
21021, м.Вінниця, Хмельницьке шосе. 95, ВДТУ, ГНК, 9-й поверх

тел. (0432)44-01-59