

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»



В. Д. Юхимчук

**УМОВНІ ГРАФІЧНІ
ПОЗНАЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ
НА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СХЕМАХ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
З ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ ДЛЯ ВИКЛАДАЧІВ І СТУДЕНТІВ
ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ**

Харків 2009

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

УМОВНІ ГРАФІЧНІ
ПОЗНАЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ
НА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СХЕМАХ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
З ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ ДЛЯ ВИКЛАДАЧІВ І СТУДЕНТІВ
ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

Затверджено
редакційно-видавничою
радою університету,
протокол № 3
від 03.12.08 р.

Харків НТУ «ХПІ» 2009

Умовні графічні позначення елементів на електротехнічних схемах :
методичні вказівки з електротехніки для викладачів і студентів електротехнічних спеціальностей / уклад. В. Д. Юхимчук. – Харків: НТУ «ХП», 2009.
– _52 с.

Укладач В. Д. Юхимчук

Рецензенти: В. С. Лупіков,
О. Ю. Юр'єва

Кафедра електричних машин

© В. Д. Юхимчук,
2009 р.

ВСТУП

З розвитком електротехнічної промисловості, ускладненням конструкції електричних машин, приладів, установок збільшується потік технічної документації: креслень, схем, текстових документів. Для виконання в системах автоматизованого проектування з'явилися нові види документів: програми, алгоритми, креслення і схеми. Питання розробки, оформлення та оборотності технічної документації виростають в серйозні проблеми, які торкаються також і навчального процесу.

Правила виконання і оборотності технічної документації регламентуються існуючими системами державних стандартів (ЄСКД, ЄСТД та інших). Правила оформлення звітів з науково-дослідної роботи, видавничих матеріалів, рефератів, доповідей та ін. встановлює Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи.

Широкое застосування обчислювальної техніки привело до появи комплексу стандартів, що встановлюють правила розробки, оформлення і оборотності програм та програмної документації. Ці стандарти об'єднані в Єдину систему програмної документації (ЄСПД). Крім цього, існують також стандарти підприємств, що обов'язкові для використання на підприємствах, які затвердили даний стандарт.

Кафедра «Електричні машини» веде різні навчальні дисципліни, що стосуються вивчення електричних машин і трансформаторів при підготовці фахівців за спеціальністю «Електричні машини та апарати» та іншими спеціальностями за напрямками «Електротехніка» і «Електро механіка».

При читанні лекцій з навчальних дисциплін, а також при виконанні і здачі лабораторних робіт з цих дисциплін, виконанні курсових і дипломних проектів викладачі та студенти користуються зображеннями електричних схем окремих елементів, схем обмоток електричних машин і трансформа-

торів та повних принципових схем установок. При складанні звітів з науково-дослідних робіт також доводиться виконувати електричні схеми.

Останнім часом у літературі як загального, так і спеціального призначення автори прагнуть дотримуватися деякої системи графічних позначень елементів в електротехнічних схемах, але все-таки автори часто складають схеми, виходячи з власного розсуду.

Аналіз державних стандартів України показав, що ці стандарти розглядають не усі питання умовних графічних позначень в електротехнічних схемах. Для того щоб державні стандарти відповідали сучасному розвитку електротехніки й електричних машин, їх необхідно переробити і доповнити.

Метою даної роботи, на підставі викладеного та на підставі єдиної системи літерних позначень [11], є спроба створення системи умовних графічних позначень елементів в електричних машинах і трансформаторах, в електротехнічних схемах.

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Призначення схем. При вивченні роботи різного електроустаткування, верстатів, механізмів, при їх налагодженні, ремонті, або монтажі часто виникає потреба виявлення тільки принципового зв'язку між окремими складовими частинами та елементами устаткування без уточнення його конструктивних особливостей. Для цього і призначаються різні схеми: електрична, гідравлічна, кінематична і ін.

При читанні схеми можна легко і швидко зрозуміти саме основне – принцип дії машини, пристрою або установки.

Схема є конструкторським документом, на якому показано у вигляді умовних зображень або позначень складові частини виробу (установки) і зв'язки між ними.

Розподіл схем по типовим групам. Класифікацію схем за видами і типами встановлює ГОСТ 2.701.

Види схем визначаються залежно від видів елементів і зв'язків, що входять до складу виробу, і позначаються літерами російського алфавіту.

Розрізняють десять видів схем:

Э – електрична;

Г – гідравлічна;

П – пневматична;

Х – газова;

К – кінематична;

В – вакуумна;

Л – оптична;

Р – енергетична;

Е – розподілу;

С – комбінована.

Залежно від основного призначення схеми підрозділяють на типи і позначають арабськими цифрами.

Установлено вісім типів схем:

1 – структурна;

2 – функціональна;

3 – принципова (повна);

4 – з'єднань (монтажна);

5 – підключення;

7 – розташування;

6 – загальна;

0 – об'єднана.

Найменування і код схеми визначаються її видом і типом. Код схеми повинен складатися з літерної частини, що визначає вид схеми, і цифрової частини, яка визначає тип схеми. Наприклад, схема електрична принципова – ЭЗ, схема електрогідравлічна принципова – СЗ, схема електрична з'єднань і підключення – Э0 і т. ін.

У технічних документах, що розроблюються при проектуванні, експлуатації і дослідженні електричних машин та трансформаторів, застосовують усі типи і види схем, зазначені вище. Так, на стадіях ескізного і технічного проектування розробляють структурні і функціональні схеми, а на стадії робочого проектування розробляють принципові схеми, з'єднань, підключення, загальні та схеми розташування.

Усі схеми в сукупності мають містити відомості, що достатні для проектування, експлуатації, контролю і ремонту виробу. Між схемами одного комплексу здійснюється однозначний зв'язок за допомогою літероцифрових позиційних позначень. Він необхідний для швидкого відшукування тих самих елементів або пристроїв, що входять у різні схеми.

Правила виконання схем. Загальні правила виконання схем установлюють ГОСТ 2.701 і ГОСТ 2.702. Схеми виконують без дотримання масштабу, дійсне просторове розташування складових частин не враховується або враховується приблизно. Електричні елементи і пристрої зображують на схемі у знеструмленому стані.

Елементи і пристрої, що приводяться в дію механічно, зображують у нульовому або відключеному положенні.

Графічні позначення та з'єднувальні їх лінії зв'язку слід розташовувати на схемі таким чином, щоб забезпечити найкраще уявлення про структуру виробу і взаємодію його складових частин у поєднанні з компактністю зображення.

Лінії на схемах виконують відповідно до вимог ГОСТ 2.303. Товщини ліній вибираються в межах від 0,2 до 1 мм і витримуються постійними в усіх комплектах схем. Допускається підвищення товщини ліній виділяти окремі електричні ланцюги, наприклад, силові ланцюги.

На одній схемі рекомендується застосовувати не більше трьох типозмірів ліній за товщиною.

Відстань (просвіт) між сусідніми паралельними лініями взаємозв'язку встановлюється не менше 3 мм. Лінії повинні складатися з горизонтальних і вертикальних відрізків і мати якнайменшу кількість зламів і взаємних перетинань. В окремих випадках, якщо це спрощує графіку схеми, допускається застосовувати похилі ділянки ліній на невеликій ділянці схеми.

Схеми можуть виконуватись на декількох аркушах. При цьому рекомендується зображати на кожному аркуші визначену функціональну частину, наприклад кола управління, силову або частину схеми виробу, розташовану в визначеному місці, наприклад пост, панель і т. ін.

Умовне літерно-цифрове позначення записується у вигляді послідовності літер, цифр і знаків в один рядок без пробілів, та їх кількість у позначенні не встановлюється.

Позначення на схемі наносять зверху над графічним позначенням елемента або праворуч від нього.

Літерно-цифрові позначення елементів мають бути однаковими на всіх документах комплекту.

Дані про елементи повинні бути записані в перелік елементів. Перелік елементів оформлюють у вигляді таблиці з графами:

– «Поз. позначення» – позиційне літерно-цифрове позначення елемента, пристрою або функціональної групи;

– «Найменування» – найменування елемента або пристрою, тип і позначення документа, на підставі якого цей елемент або пристрій застосовані;

– «Кільк.» – кількість елементів однакового літерно-цифрового позначення в схемі;

– «Примітка» – технічні дані, що не утримуються в позначенні типу елемента, значення параметрів, що підбираються регулюванням, та ін.

Для зменшення кількості паралельних ліній, що впливають в одному напрямку і мають велику довжину, застосовують однолінійне зображення таких ліній із зазначенням кількості ліній числом або міткою. На одній схемі допускається застосовувати сполучення однолінійного і багатолінійного зображень (рис. 1).

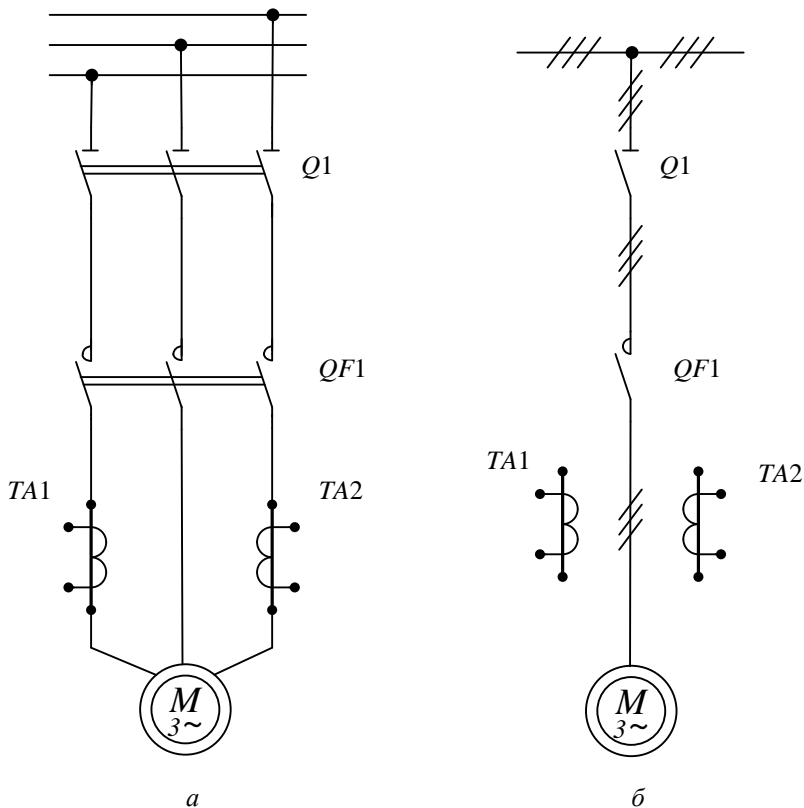


Рисунок 1 – Багатолінійне (а) та однолінійне (б) зображення елементів схеми включення асинхронного двигуна

Допускається обривати лінії зв'язку віддалених один від одного елементів, якщо графічне зображення ліній ускладнює читання схеми, якщо схема виконана на декількох аркушах і т. ін. Обриви ліній закінчують стрілками із зазначенням адреси місць підключення.

Для зображення на електричних схемах елементів і установок застосовують наступні графічні позначення:

- 1) умовні графічні позначення, встановлені відповідними стандартами ЄСКД;
- 2) прямокутники довільних розмірів з пояснювальним текстом;
- 3) зовнішній обрис;

4) прямокутники, виконані штрихпунктирними лініями для виділення пристроїв та функціональних груп.

Текстова інформація на схемах може мати наступні форми запису:

- 1) умовні літерно-цифрові позначення (за ГОСТ 2.710);
- 2) найменування елементів, сигналів, функціональних груп та ін.;
- 3) суцільний текст, наприклад технічні вимоги, пояснення;
- 4) текст, розбитий на графи, наприклад таблиці, перелік елементів.

На схемі для кожного пристрою або елемента повинні бути вказані: найменування, тип і позначення документа, на основі якого вони прийняті. Ці дані записують:

- 1) біля графічних зображень (для елемента, позначеного умовним графічним позначенням, найменування не вказують);
- 2) у середині прямокутника, якщо він застосований для позначення елемента або пристрою;
- 3) у таблиці переліку елементів.

Текстові дані, що належать до ліній, орієнтують паралельно горизонтальним ділянкам відповідних ліній. При великій щільності схеми допускається вертикальна орієнтація даних.

Послідовність читання схем. Схеми читають повністю – від початку до кінця, коли зображений пристрій або система розглядаються або вивчаються вперше, і вибірково, коли схема вже знайома, а розглядається тільки окрема її частина (змінена, модифікована) для уточнення окремих елементів, їх зв'язків і характеристик.

При читанні схеми можна виділити наступні основні операції:

1. Загальне ознайомлення зі схемою. Встановлення з умовних зображень та позначень її елементів видів і типів, до яких відноситься дана схема. Це виконується майже миттєво, швидким оглядом схеми.

2. Ознайомлення зі всіма елементами схеми з їх зображень і позначень. Досвідчений фахівець бачить за всіма цими умовностями не окремі позначки, а конкретні деталі, готові вироби, прилади, зв'язки з їх характеристиками і принципами роботи.

3. Визначення точних найменувань і позначень всіх елементів, уточнення їх характеристик. Для цього використовується специфікація, а також умовні літерні позначення на самій схемі.

4. Повне з'ясування принципу роботи всього пристрою і призначення всіх його елементів шляхом послідовного виявлення зв'язків між ними.

В такій послідовності весь процес читання проходить як одне ціле, незалежно від виду і типа схеми.

2. ВИКОНАННЯ СХЕМ РІЗНИХ ТИПІВ

Структурна схема визначає основні функціональні частини виробу (машини, пристрою, установки), їх призначення і взаємозв'язки і служить для загального ознайомлення з виробом. На структурній схемі розкривається не принцип роботи окремих функціональних частин виробу, а тільки взаємодія між ними. Тому складові частини виробу зображують спрощено, у вигляді прямокутників довільної форми. Графічна побудова схеми повинна давати найбільше наочне уявлення про послідовності взаємодії функціональних частин у виробі.

На схемі позначають найменування функціональних частин об'єкта, що, як правило, вписуються усередину прямокутника. На лініях взаємозв'язку рекомендується стрілками позначати напрям ходу процесів, які проходять у виробі. Допускається вказувати скорочене або умовне найменування, що має бути пояснене на полі схеми.

На схемі допускається поміщати пояснювальні написи, діаграми, таблиці тощо, що визначають послідовність процесів у часі, а також указувати параметри в характерних точках (струми, напруги і т.ін.), форми імпульсів та ін. На підставі структурної схеми розробляють інші типи схем – функціональну, принципову. На рис. 2 наведено приклад структурної схеми електроблока з турбогенератором АСТГ-200-2УЗ.

На рис. 3 наведено приклад структурної схеми асинхронного двигуна. Стрілки вказують на механічні зв'язки деталей і вузлів.

Функціональна схема роз'яснює певні процеси, що перебігають в окремих функціональних колах виробу (машини, пристрою, установки) або у виробі в цілому. Цими схемами користуються для вивчення принципів роботи виробу, а також при їх налагодженні, контролі, ремонті. Функціональна схема порівняно зі структурною докладніше розкриває функції окре-

мих елементів і пристроїв. Функціональні частини і зв'язки між ними на схемі зображують у вигляді умовних графічних позначень, які встановлені відповідними ГОСТами ЄСКД.

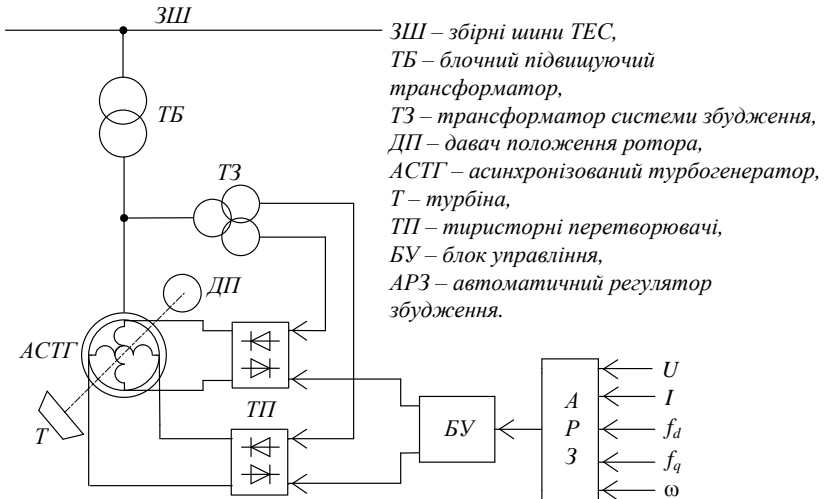


Рисунок 2 – Приклад структурної схеми електричного блоку з турбогенератором АСТГ-200-2У3

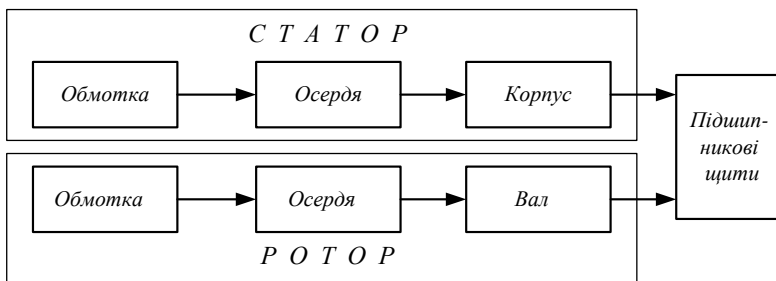


Рисунок 3 – Приклад структурної схеми асинхронного двигуна

Функціональні схеми застосовуються, як правило, разом із принциповими, тому літерно-цифрові позначення елементів і пристроїв на цих документах мають бути однаковими. На рис. 4, 5, 6 наведено приклади функціональних схем асинхронного двигуна, синхронного генератора і двигуна постійного струму. Тонкими стрілками показані механічні зв'язки деталей і вузлів, а товстими – функціональні взаємодії між ними.

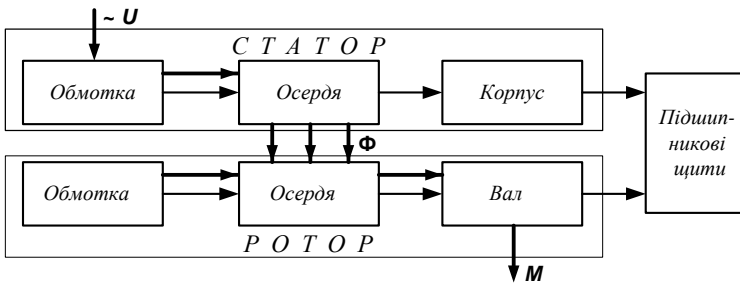


Рисунок 4 – Приклад функціональної схеми асинхронного двигуна

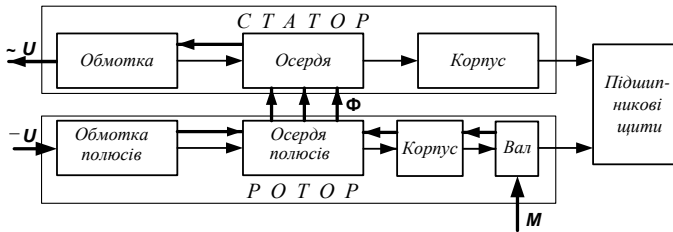


Рисунок 5 – Приклад функціональної схеми синхронного генератора

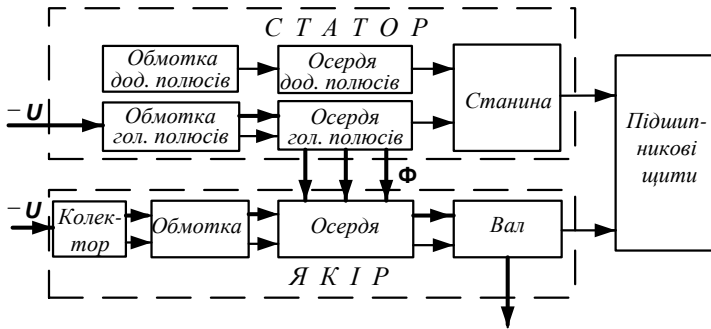


Рисунок 6 – Приклад функціональної схеми двигуна постійного струму

Принципова схема визначає повний склад елементів виробу (машини, пристрою, установки) і дає детальне уявлення про принцип роботи виробу. Принципова схема є основою для розробки інших конструкторських документів – схеми з'єднань і розташування, креслень конструкції виробу – і є найповнішим документом для вивчення принципу роботи виробу.

Елементи в схемі зображують у вигляді умовних графічних позначень, що встановлені ГОСТ і ЄСКД.

Кожен елемент або пристрій, які зображені на схемі, повинні мати позиційне літерно-цифрове позначення відповідно до вимог ГОСТ 2.710.

На принциповій схемі мають бути однозначно позначені всі елементи і пристрої, що входять до складу виробу. При виконанні принципової схеми на поле схеми допускається поміщати різні текстові дані, що стосуються марки і перерізів з'єднувальних проводів, вимог монтажу тощо. На рис. 7 подано приклад принципової електричної схеми лабораторної установки для дослідження двигуна постійного струму паралельного збудження.

Схема з'єднань показує з'єднання складових частин виробу між собою і визначає проводи, джгути, кабелі, якими здійснюються ці з'єднання, а також місця їх приєднання і введення (затискачі, з'єднувачі). На схемі з'єднань мають бути зображені всі пристрої й елементи, що входять до складу виробу, їх вхідний і вихідний елементи (роз'єднувачі, плати, затискачі тощо), а також з'єднання між цими пристроями й елементами.

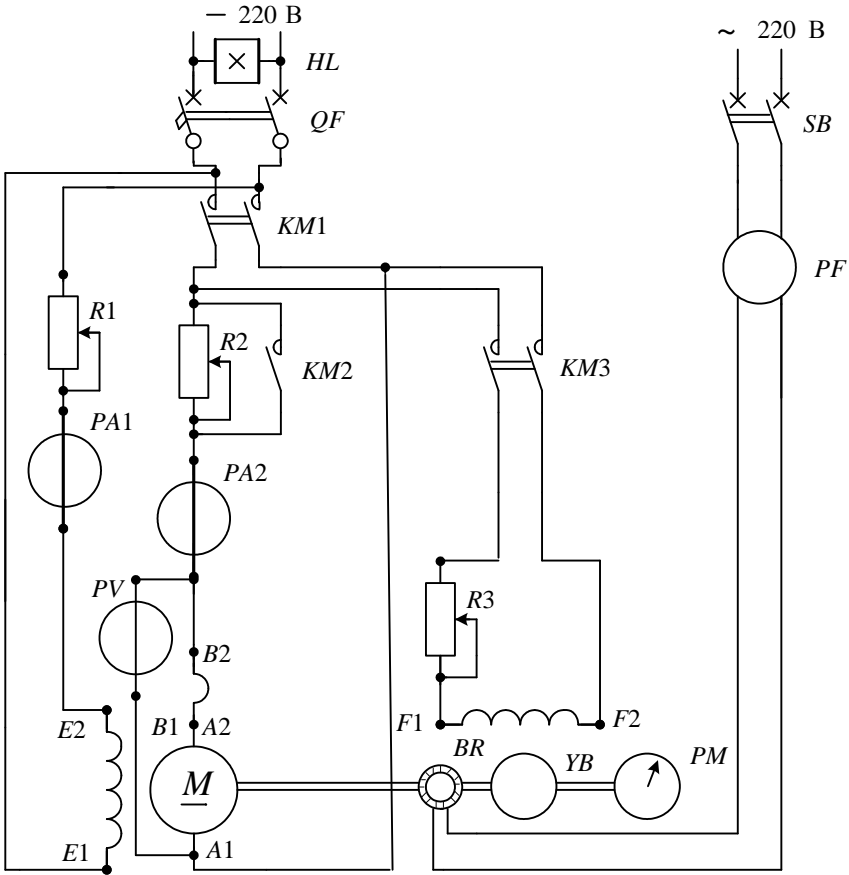


Рисунок 7 – Приклад принципової електричної схеми лабораторної установки для дослідження двигуна постійного струму паралельного збудження

Елементи і пристрої на схемі зображують у вигляді прямокутників, зовнішніх обрисів або умовних графічних позначень, що встановлені у стандартах ЄСКД.

Розташування графічних позначень пристроїв і елементів на схемі має

приблизно відповідати дійсному розміщенню елементів і пристроїв у виробі, а розташування вхідних і вихідних елементів усередині пристрою – дійсному розміщенню їх у пристрої.

На полі схеми над основним написом допускається поміщати необхідні технічні вимоги: про неприпустимість спільної прокладки деяких проводів, джгутів і кабелів; значення мінімально припустимих відстаней між ними; про специфіку прокладки та ін. На рис.8 наведено приклад схеми електричних з'єднань машини постійного струму незалежного збудження. Котушки полюсів умовно зображені на схемі відповідно дійсному розміщенню їх на осердях.

Схема підключення показує зовнішні підключення виробу. На схемі мають бути зображені виріб, його вхідні і вихідні елементи (роз'єднувачі, затискачі тощо) і кінці проводів і кабелів зовнішнього монтажу, що підводяться до них, зазначені дані про підключення виробу (характеристики зовнішніх кіл, адреси). Виріб зображують у вигляді умовних графічних позначень або зовнішніх обрисів.

Усім елементам схеми присвоюють літерно-цифрові позиційні позначення відповідно до принципової схеми або схеми з'єднань.

На всіх елементах, зображених на схемі, мають бути показані маркування, що передбачені в конструкції цих елементів.

На полі схеми над основним написом вказують відомості про зовнішнє підключення в таблиці підключення. Форма таблиці довільна. У таблиці мають бути зазначені характеристики зовнішніх кіл і адреси.

Схема загальна визначає складові частини комплексу і з'єднання їх між собою. Схема використовується при проектуванні, монтажі та налагодженні.

Елементи і пристрої на схемі зображують умовними графічними позначеннями, прямокутниками або зовнішніми обрисами і з'єднують їх лініями.

Дані про пристрої й елементи записують у перелік елементів, а про кабелі і проводи – у таблицю переліку проводів і кабелів.

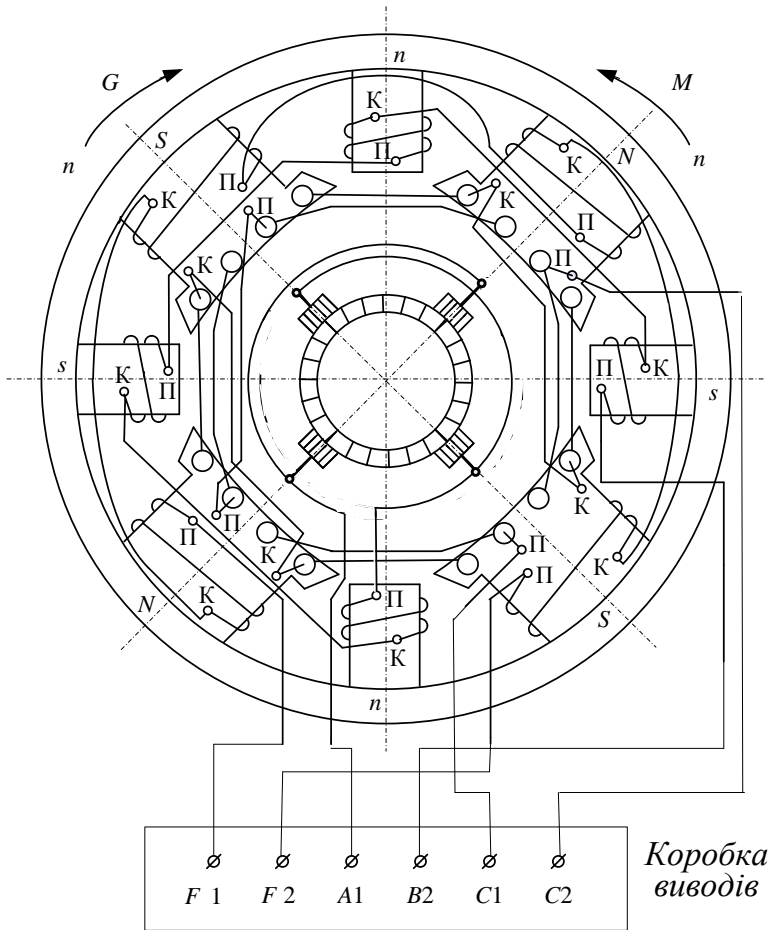


Рисунок 8 – Приклад схеми електричних з'єднань машини постійного струму незалежного збудження

Для обмоток, а також для трансформаторів і електричних машин з обмотками виконують одну або кілька типів схем: структурну, принципову, з'єднань, підключення, розташування.

Схеми структурні, принципові і підключення виконують за правилами, що викладені вище. При виконанні схем з'єднання і розташування, крім зазначених правил, необхідно враховувати вимоги ГОСТ 2.705.

Усі схеми виконують у вигляді самостійних документів або розташовують на полі складального креслення електричної машини або трансформатора з обмотками (складальне креслення статора, складальне креслення ротора, складальне креслення трансформатора). На схемі з'єднань, крім електричних елементів, допускається зображувати частини магнітопровода та окремі елементи конструкції, вказувати напрямок струму. Так, наприклад, зображення полюсів, коробки виводів, станини виконують у вигляді зовнішніх обрисів тонкими лініями.

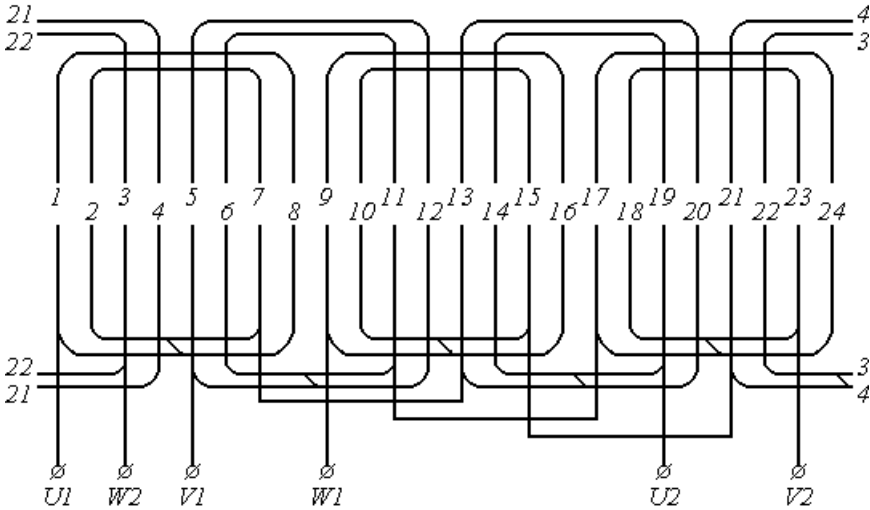
Елементи обмотки виконують відповідно до вимог ГОСТ 2.723.

При виконанні схем з'єднань використовують суцільні основні і штрихові лінії різної товщини для виділення елементів, що належать до різних обмоток. Штриховими лініями показують елементи обмоток і з'єднання, які розташовані з боку, протилежного зображеному на схемі виду.

Початки і кінці обмоток позначають арабськими цифрами, літерами П (початок), К (кінець). Полярність головних полюсів електричних машин позначають літерами *N* (північний) і *S* (південний), додаткових – відповідно літерами *n* і *s*. Допускається до літерних позначень додати цифри, що вказують порядковий номер полюса або обмотки. Пази нумерують арабськими цифрами. На полі схеми допускається поміщати необхідні технічні дані обмотки: кількість пазів, крок по пазах, крок по колектору, кількість полюсів, кількість фаз, кількість пазів на полюс і фазу, кількість паралельних гілок, кількість колекторних пластин, вид обмотки тощо.

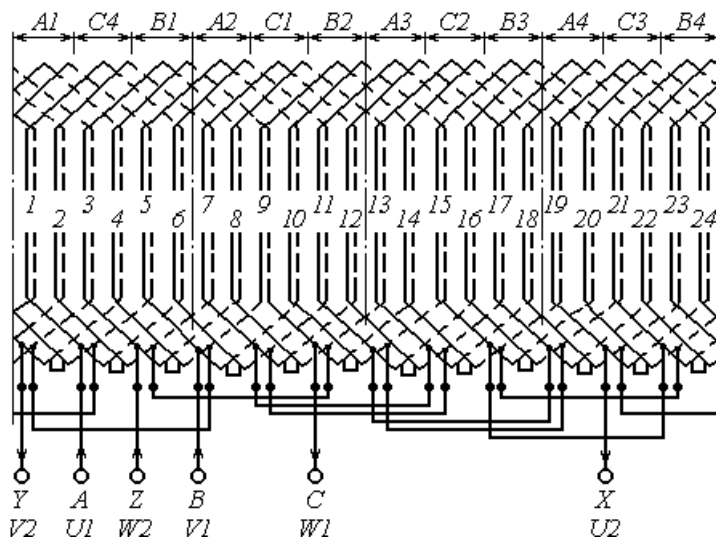
Схеми з'єднань виконують з розташуванням зображень обмотки. Схеми обмоток машин змінного струму зображують найчастіше в розгорнутому вигляді на площину (рис. 9, 10) або у вигляді прямокутників (умовний тип схеми) (рис. 11). При зображенні схеми одношарової концентричної обмотки в розгорнутому вигляді (рис. 9) лобові частини виконують так,

щоб чітко визначалася площинність обмотки. Прямокутниками (рис. 11) зображують котушкові групи. Над діагоналлю прямокутника вказують номер котушкової групи, під діагоналлю – кількість котушок у котушковій групі.



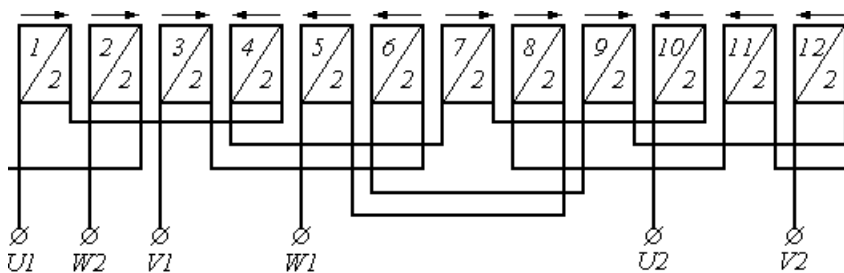
<i>Кількість полюсів</i>	$2p = 4$
<i>Кількість пазів</i>	$Q = 24$
<i>Кількість фаз</i>	$m = 3$
<i>Крок по пазах</i>	$y = 1-8, 2-7, \text{ тощо}$
<i>Кількість пазів на полюс і фазу</i>	$q = 2$
<i>Кількість паралельних віток</i>	$a = 1$

Рисунок 9 – Схема одношарової двоплощинної концентричної обмотки



<i>Кількість полюсів</i>	$2p = 4$
<i>Кількість пазів</i>	$Q = 24$
<i>Кількість фаз</i>	$m = 3$
<i>Крок по пазах</i>	$y = 5 (1-6)$
<i>Кількість пазів на полюс і фазу</i>	$q = 2$
<i>Кількість паралельних віток</i>	$a = 1$
<i>Коефіцієнт скорочення обмотки $K_p = 0,8$</i>	

Рисунок 10 – Схема двошарової трифазної обмотки



Кількість полюсів

$$2p = 4$$

Кількість пазів

$$Q = 24$$

Кількість фаз

$$m = 3$$

Крок по пазах

$$y = 1-8, 2-7, \text{ тощо}$$

Кількість пазів на полюс і фазу

$$q = 2$$

Кількість паралельних віток

$$a = 1$$

Рисунок 11 – Умовна схема обмотки

3. ПОЗНАЧЕННЯ ВИВОДІВ ОБМОТОК

Таблиця 3.1 – Позначення виводів обмоток трансформаторів (ГОСТ 11677)

Найменування обмотки	Початок	Кінець
<i>Трифазний трансформатор</i>		
Обмотка ВН		
Перша фаза	<i>A</i>	<i>X</i>
Друга фаза	<i>B</i>	<i>Y</i>
Третя фаза	<i>C</i>	<i>Z</i>
Нульова точка	<i>0</i>	
Обмотка НН		
Перша фаза	<i>a</i>	<i>x</i>
Друга фаза	<i>b</i>	<i>y</i>
Третя фаза	<i>c</i>	<i>z</i>
Нульова точка	<i>0</i>	
<i>Однофазний трансформатор</i>		
Обмотка ВН	<i>A</i>	<i>X</i>
Обмотка НН	<i>a</i>	<i>x</i>

Таблиця 3.2 – Позначення виводів обмоток машин змінного струму (ГОСТ 26772)

Найменування обмотки	Початок	Кінець
Обмотка статора АД і СМ		
Перша фаза	$U1$	$U2$
Друга фаза	$V1$	$V2$
Третя фаза	$W1$	$W2$
Нульова точка	N	
Обмотка фазного ротора АД		
Перша фаза	K	–
Друга фаза	L	–
Третя фаза	M	–
Нульова точка	Q	
Обмотка збудження (індуктора) СМ	$F1$	$F2$
Обмотка статора однофазного (двофазного) АД		
Головна обмотка	$U1$	$U2$
Допоміжна обмотка	$Z1$	$Z2$

Таблиця 3.3 – Позначення вивідних кінців обмоток машин постійного (ГОСТ 26772)

Найменування обмотки	Початок	Кінець
Обмотка якоря	$A1$	$A2$
Паралельна обмотка збудження	$E1$	$E2$
Незалежна обмотка збудження	$F1$	$F2$
Послідовна обмотка збудження	$D1$	$D2$
Обмотка додаткових полюсів	$B1$	$B2$
Компенсаційна обмотка	$C1$	$C2$

4. ЛІТЕРНІ ПОЗНАЧЕННЯ НАЙПОШИРЕНІШИХ ВИДІВ ЕЛЕМЕНТІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ (ГОСТ 2.710)

Таблиця 4.1 – Літерні позначення в електричних схемах

Приклади видів елементів	Код
Пристрій. Загальне позначення	<i>A</i>
Перетворювачі неелектричних величин в електричні (окрім генераторів і джерел живлення); аналогові і багаторозрядні перетворювачі; датчик для вказівки або вимірювання:	<i>B</i>
сельсин-приймач	<i>BE</i>
сельсин-датчик	<i>BC</i>
тепловий датчик	<i>BK</i>
фотоелемент	<i>BL</i>
датчик тиску	<i>BP</i>
датчик частоти обертання (тахогенератор)	<i>BR</i>
датчик швидкості	<i>BV</i>
Конденсатори	<i>C</i>
Елементи різні:	<i>E</i>
нагрівальний елемент	<i>EK</i>
лампа освітлювальна	<i>EL</i>
Розрядники, запобіжники, пристрої захисні:	<i>F</i>
дискретний елемент захисту за струмом миттєвої дії	<i>FA</i>
дискретний елемент захисту за струмом інерційної дії	<i>FP</i>
запобіжник плавкий	<i>FU</i>
дискретний елемент захисту за напругою, розрядник	<i>FV</i>
Генератори, джерела живлення:	<i>G</i>
батарея	<i>GB</i>
Пристрої індикаційні і сигнальні:	<i>H</i>

Продовження табл. 4.1

індикатор символний	<i>HG</i>
прилад світової сигналізації	<i>HL</i>
Реле, контактори, пускачі:	<i>K</i>
реле струмове	<i>KA</i>
реле вказівне	<i>KH</i>
реле електротеплове	<i>KK</i>
контактор, магнітний пускач	<i>KM</i>
реле часу	<i>KT</i>
реле напруги	<i>KV</i>
Котушки індуктивності, дроселі, реактори	<i>L</i>
Двигуни постійного і змінного струму	<i>M</i>
Прилади, вимірювальне устаткування:	<i>P</i>
амперметр	<i>PA</i>
лічильник імпульсів	<i>PC</i>
частотомір	<i>PF</i>
лічильник активної енергії	<i>PI</i>
лічильник реактивної енергії	<i>PK</i>
омметр	<i>PR</i>
фазометр	<i>Pφ</i>
реєструючий прилад:	<i>PS</i>
годинник, вимірник часу дії	<i>PT</i>
вольтметр	<i>PV</i>
ватметр	<i>PW</i>
Вимикачі і роз'єднувачі в силових колах:	<i>Q</i>
вимикач автоматичний	<i>QF</i>
короткозамикач	<i>QK</i>
роз'єднувач	<i>QS</i>
Резистори:	<i>R</i>
терморезистор	<i>RK</i>
потенціометр	<i>RP</i>
шунт вимірний	<i>RS</i>

Продовження табл. 4.1

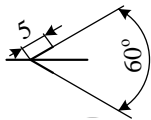
Пристрої комутаційні в колах управління, сигналізації і вимірювання:	<i>S</i>
вимикач або перемикач	<i>SA</i>
вимикач кнопочковий	<i>SB</i>
вимикач автоматичний	<i>SF</i>
вимикачі, що спрацьовують від різних впливів:	
тиску	<i>SP</i>
частоти обертання	<i>SR</i>
температури	<i>SK</i>
Трансформатори, автотрансформатори:	<i>T</i>
трансформатор струму	<i>TA</i>
трансформатор напруги	<i>TV</i>
Пристрої зв'язку. Перетворювачі електричних величин в електричні:	<i>U</i>
перетворювач частоти, інвертор, генератор частоти, випрямляч	<i>UZ</i>
Прилади електровакуумні і напівпровідникові:	<i>V</i>
діод, стабілітрон	<i>VD</i>
прилад електровакуумний	<i>VL</i>
транзистор	<i>VT</i>
тиристор	<i>VS</i>
З'єднання контактні:	<i>X</i>
струмознімач, контакт ковзання	<i>XA</i>
штир	<i>XP</i>
гніздо	<i>XS</i>
з'єднання розбірне	<i>XT</i>
Пристрої механічні з електромагнітним приводом:	<i>Y</i>
електромагніт	<i>YA</i>
гальмо з електромагнітним приводом	<i>YB</i>
муфта з електромагнітним приводом	<i>YC</i>

5. УМОВНІ ГРАФІЧНІ ПОЗНАЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ НА ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМАХ

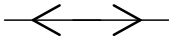
Для зображення на електричних схемах елементів і пристроїв застосовують умовні графічні позначення, що встановлені відповідними стандартами ЄСКД.

5.1. Загальні позначення (ГОСТ 2.721)

Поширення струму, сигналу, інформації, потоку енергії, рідини та газу:



– в одному напрямі, наприклад, вліво;



– у двох напрямках одночасно;



– у двох напрямках одночасно

Позначення роду струму та напруги:

– – постійний струм;

~ – змінний струм.

Допускається справа від позначення вказувати величину частоти та напруги, а зліва число фаз:

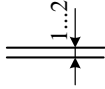
3~50 Гц 220 В – трифазний змінний струм частоти 50 Гц
напругою 220 В

Полярність постійного струму:

+ – додатна;

– – від'ємна

Позначення ліній механічного зв'язку



Позначення заземлення:



– загальне позначення;



– захисне

5.2. Позначення елементів електричних машин (ГОСТ 2.722)

Встановлено три способи побудови умовних графічних позначень електричних машин:

- спрощений однолінійний;
- спрощений багатолінійний (форма 1);
- розгорнутий (форма 2).

У спрощених однолінійних позначеннях електричних машин обмотки статора і ротора відображають у вигляді кіл. Виводи обмоток статора і ротора показують однією лінією з позначенням на ній кількості виводів відповідно до вимог ГОСТ 2.751.

У спрощених багатолінійних позначеннях обмотки статора і ротора відображають аналогічно спрощеним однолінійним позначенням, показуючи виводи статора і ротора повністю.

У розгорнутих позначеннях обмотки статора відображають у вигляді ланцюжків півкіл, а обмотки ротора – у вигляді кола (і навпаки).

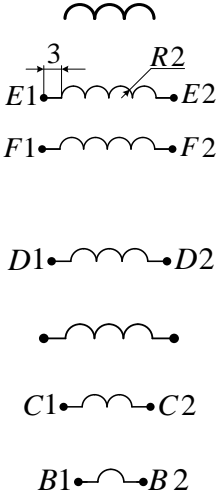
Взаємне розміщення обмоток відображають:

а) у машинах змінного струму і універсальних – з урахуванням або без урахування зсуву фаз;

б) у машинах постійного струму – з урахуванням або без урахування магнітного поля, створюваного обмоткою.

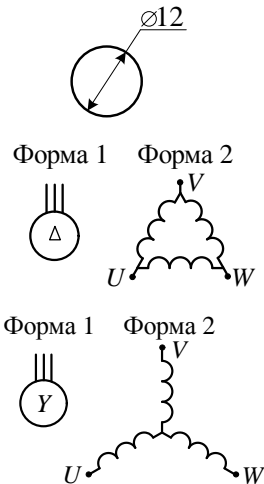
Виводи обмоток статора і ротора в позначеннях машин усіх типів допускається відображати з будь-якого боку.

5.2.1. Обмотка



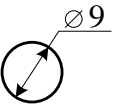









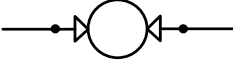
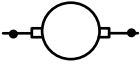
- загальне позначення;
- обмотка паралельного збудження машини постійного струму;
- обмотка незалежного збудження машини постійного струму та синхронної машини;
- обмотка послідовного збудження машини постійного струму;
- обмотка статора машини змінного струму;
- компенсаційна обмотка машини постійного струму;
- обмотка додаткових полюсів машини постійного струму.

5.2.2. Статор

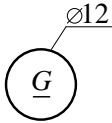


- загальне позначення;
- статор з трифазною обмоткою, з'єднаною в трикутник;
- статор з трифазною обмоткою, з'єднаною у зірку.

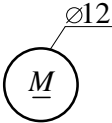
5.2.3. Ротор

- | | |
|---|--|
|  | <p>– загальне позначення, короткозамкнений;</p> |
|  | <p>– порожнистий немагнітний або феромагнітний;</p> |
|  | <p>– явнополюсний з прорізами по колу;</p> |
|  | <p>– явнополюсний з постійними магнітами;</p> |
|  | <p>– трифазний, з'єднаний в зірку;</p> |
|  | <p>– трифазний, з'єднаний в трикутник;</p> |
|  | <p>– однофазний або постійного струму;</p> |
|  | <p>– ротор зовнішній з короткозамкненою розподіленою обмоткою;</p> |
|  | <p>– ротор явнополюсний і з зосередженою обмоткою збудження;</p> |
|  | <p>– ротор явнополюсний з зосередженою обмоткою збудження та розподіленою короткозамкненою демпферною або пусковою обмоткою;</p> |
|  | <p>– ротор з обмоткою, колектором і щітками;</p> |
|  | <p>– ротор зі щітками на контактних кільцях.</p> |

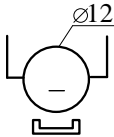
5.2.4. Машини постійного струму



– генератор постійного струму, загальне позначення;



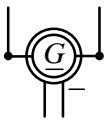
– двигун постійного струму, загальне позначення;



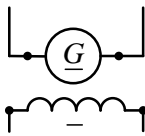
– зі збудженням від постійних магнітів;

Допускається користуватися двома формами для побудови зображень електричних машин: спростованою багатолінійною (форма 1) і розгорнутою (форма 2).

Форма 1

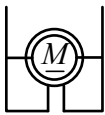


Форма 2

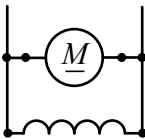


– з незалежним збудженням;

Форма 1

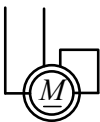


Форма 2

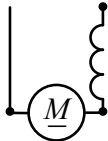


– з паралельним збудженням;

Форма 1



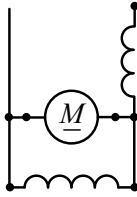
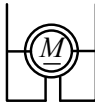
Форма 2



– з послідовним збудженням;

Форма 1

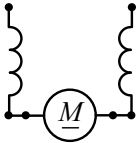
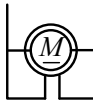
Форма 2



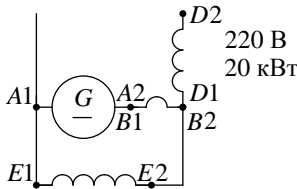
– зі змішаним збудженням;

Форма 1

Форма 2

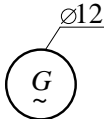


– з двома послідовними обмотками збудження;

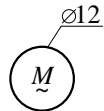


– генератор постійного струму з двома виводами, зі змішаним збудженням, з позначенням затишків та кількісних даних, наприклад, 220 В, 20 кВт.

5.2.5. Машини змінного струму



– генератор змінного струму, загальне позначення;

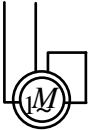


– двигун змінного струму, загальне позначення.

5.2.5.1. Колекторний двигун

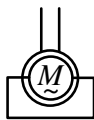
Форма 1

Форма 2

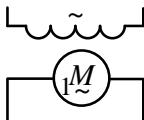


– однофазний послідовного збудження;

Форма 1



Форма 2



– однофазний репульсивний;

Форма 1

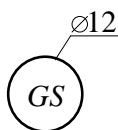


Форма 2



– трифазний послідовного збудження.

5.2.5.2. Синхронні машини



– синхронний генератор, загальне позначення;



– синхронний двигун, загальне позначення;



– трифазний зі збудженням від постійних магнітів;

Форма 1



Форма 2



– однофазний генератор;

Форма 1

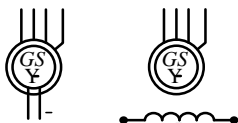


Форма 2



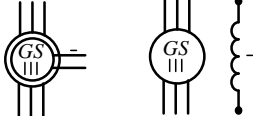
– трифазний з обмотками, з'єднаними в зірку, з невведеною нейтраллю;

Форма 1 Форма 2

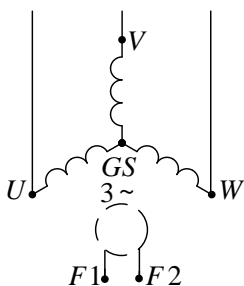


– трифазний з обмотками, з'єднаними в зірку, з виведеною нейтраллю;

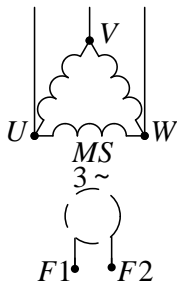
Форма 1 Форма 2



– трифазний, обидва кінці кожної фази виведені;



– трифазний синхронний генератор з обмоткою статора, з'єднаною в зірку, ротор явнополюсний із зосередженою обмоткою незалежного збудження;



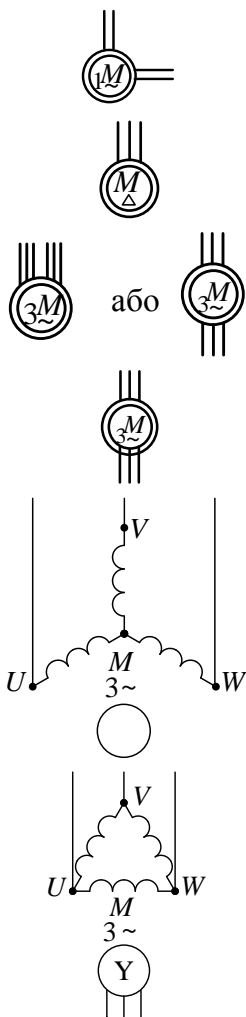
– трифазний синхронний двигун з обмоткою статора, з'єднаною в трикутник, ротор явнополюсний із зосередженою обмоткою незалежного збудження.

5.2.5.3. Асинхронний двигун



– з короткозамкненим ротором, загальне позначення;

– з фазним ротором, загальне позначення;



– однофазний з короткозамкненим ротором та з виводом допоміжної фази;

– трифазний, з'єднаний в трикутник, з короткозамкненим ротором;

– трифазний з короткозамкненим ротором, обидва кінці кожної фази виведені;

– трифазний з фазним ротором;

– трифазний асинхронний двигун з обмоткою статора, з'єднаною в зірку, ротор короткозамкнений;

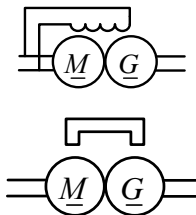
– трифазний асинхронний двигун з обмоткою статора, з'єднаною в трикутник, обмотка ротора трифазна, з'єднана в зірку і закорочена на контактних кільцях.

5.2.5.4. Спеціальні машини

5.2.5.4.1. Перетворювач



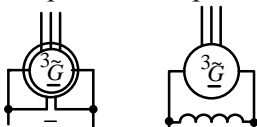
– синхронний, загальне позначення;



– обертальний постійного струму в постійний з загальною обмоткою магнітного поля;

– обертальний постійного струму в постійний з загальним постійним магнітним полем (обертальний трансформатор постійного поля);

Форма 1 Форма 2



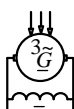
– синхронний трифазний з паралельним збудженням;

Форма 1

Форма 2



380 В
1000 кВт
50 Гц
600 В



380 В
1000 кВт
50 Гц
600 В

– синхронний трифазний з паралельним збудженням з зазначенням затискачів, щіток, кількісних даних.

7.2.5.4.2. Сельсин



– загальне позначення;



– сельсин-датчик кута повороту.

Для конкретних типів сельсинів у позначенні на місці знаків ZZ вписують відповідний кваліфікаційний символ, *перша* літера якого означає:

C – управління, *T* – кут повороту, *R* – розв'язувальний, наприклад; *друга* літера означає:

D – диференціальний, *R* – приймач, *T* – перетворювач, *X* – датчик, *B* – зворотною статорною обмоткою.

5.3. Трансформатори і автотрансформатори (ГОСТ 2.723)

При побудові умовних графічних позначень трансформаторів і автотрансформаторів встановлено три способи побудови:

– спрощений однолінійний;

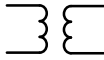
- спрощений багатолінійний (форма 1);
- розгорнутий (форма 2).

У спрощених багатолінійних позначеннях обмотки трансформаторів зображають у вигляді кілець, а у розгорнутих зображеннях – у вигляді ланцюгів та півкілець.

5.3.1. Трансформатор однофазний двообмотковий

Форма 1

Форма 2



– загальне позначення;

Форма 1

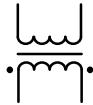
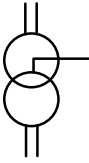
Форма 2



– з феромагнітним осердям і електростатичним екраном між обмотками;

Форма 1

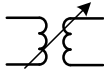
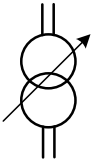
Форма 2



– з відводом від середньої точки однієї обмотки;

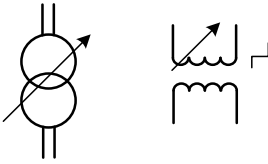
Форма 1

Форма 2



– з перемінним зв'язком;

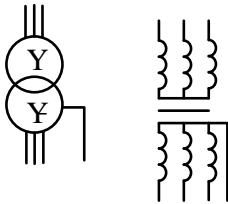
Форма 1 Форма 2



– зі ступеневим регулюванням.

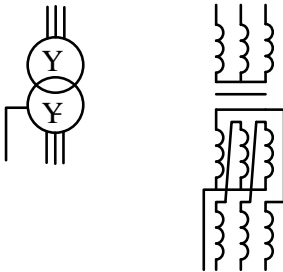
5.3.2. Трансформатор трифазний з феромагнітним магнітопроводом двообмотковий з різними з'єднаннями обмоток

Форма 1 Форма 2



– зірка-зірка з виведеною нейтральною точкою;

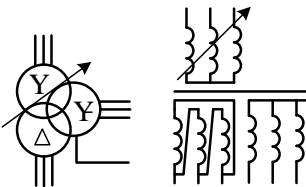
Форма 1 Форма 2



– зірка-зигзаг з виведеною нейтральною (середньою) точкою.

5.3.3. Трансформатор трифазний триобмотковий з різними з'єднаннями обмоток

Форма 1 Форма 2

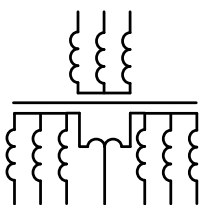


– з феромагнітним магнітопроводом; з'єднання обмоток – зірка з регулюванням під навантаженням – трикутник-зірка з виведеною нейтральною (середньою) точкою;

Форма 1

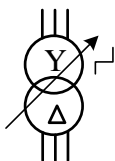


Форма 2

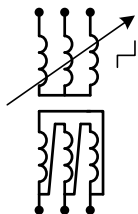


– з феромагнітним магнітопроводом; з'єднання обмоток – зірка на одній обмотці дві обернені зірки з виведеними нейтральними (середніми) точками на двох обмотках з виводами;

Форма 1

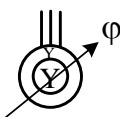


Форма 2

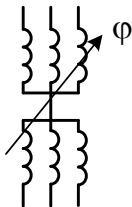


– зі ступеневим регулюванням;

Форма 1



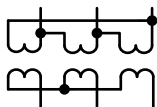
Форма 2



– поворотний (фазорегулятор) з'єднання обмоток зірка-зірка.

5.3.4. Трансформаторна група, що складається з трьох двообмоткових однофазних трансформаторів зі з'єднанням обмоток трикутник-зірка

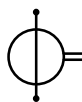
Форма 1 Форма 2



5.3.5. Вимірювальний трансформатор

Форма 1

Форма 2



– трансформатор струму з однією вторинною обмоткою;

Форма 1

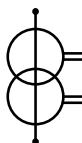
Форма 2



– трансформатор напруги;

Форма 1

Форма 2



– трансформатор струму з одним магнітопроводом та двома вторинними обмотками.

5.3.6. Однофазний автотрансформатор з феромагнітним магнітопроводом

Форма 1

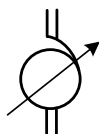
Форма 2



– загальне позначення;

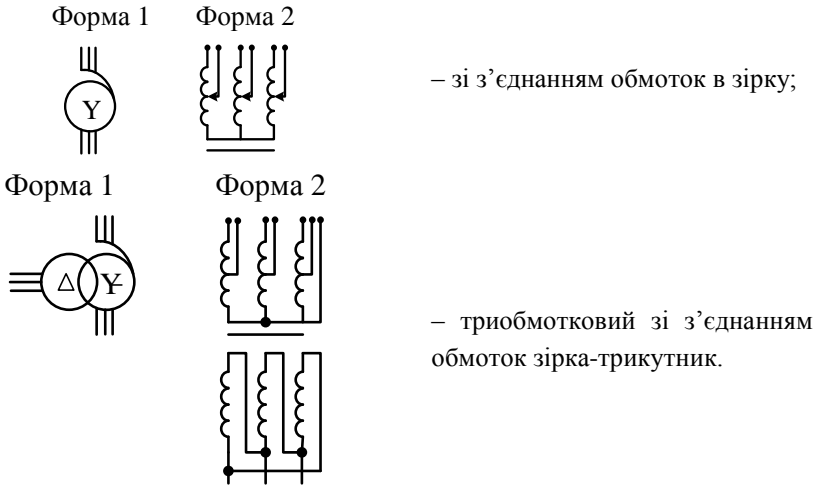
Форма 1

Форма 2



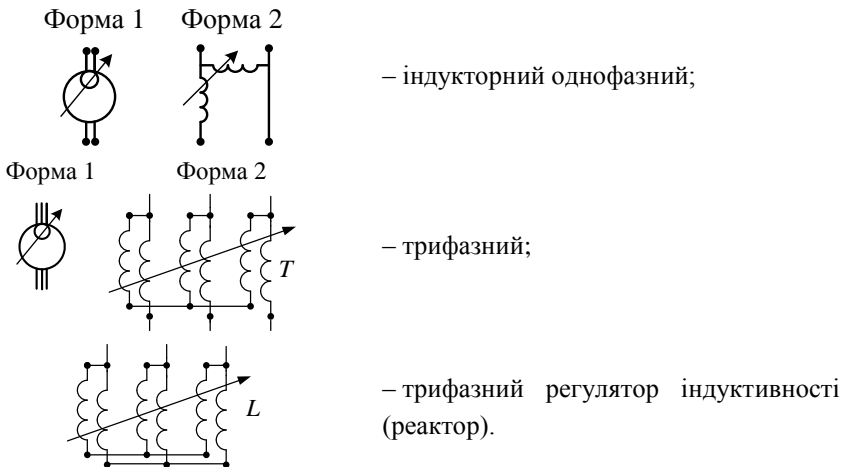
– з регулюванням напруги.

5.3.7. Трифазний автотрансформатор з феромагнітним магнітопроводом



В автотрансформаторах бік високої напруги позначають у вигляді розгорнутої дуги.

5.3.8. Регулятор



5.4. Комутаційні пристрої та контактні з'єднання (ГОСТ 2.755)

5.4.1. *Кваліфікаційні символи, що пояснюють принцип роботи комутаційних пристроїв.*

Функція:



– контактора;

— – роз'єднувача;



– шляхового або кінцевого вимикача;



– самообертання;



– дугогасіння.

× – вимикача;



– вимикача-роз'єднувача;



– автоматичного спрацьовування;



– відсутності самообертання;

5.4.2. *Приклади побудови позначень контактів комутаційних пристроїв*

Комутаційні пристрої на схемах повинні бути зображені у вигляді, прийнятому за початковий, на якому пускова система контактів знеструмлена.

Для зображення основних комутаційних пристроїв застосовують умовні графічні позначення контактів, які допускається виконувати в дзеркальному зображенні.

Контакт комутаційного пристрою:



– замикальний;



– розмикальний;



– переключальний;



– переключальний з нейтральним центральним положенням;



– замикальний;



– розмикальний.

Контакт з самоповерненням:



– замикальний;



– розмикальний.

Контакт контактора:



– замикальний;



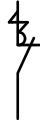
– розчіплювача;



– розмикальний;



– замикальний з дугогасінням;



– розмикаючий з дугогасінням;



– замикальний з автоматичним спрацьовуванням.

Контакт:



– вимикача;



– роз'єднувача;



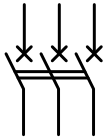
– вимикача-роз'єднувача.

5.4.3. Приклади побудови позначень контактів двопозиційних комутаційних пристроїв

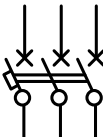
Контакт замикальний вимикача:



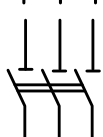
– однополюсний;



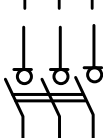
– триполюсний;



– триполюсний з автоматичним спрацюванням максимального струму;

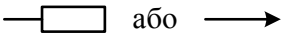


– роз'єднувач триполюсний;

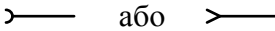


– вимикач-роз'єднувач триполюсний.

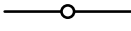
5.4.4. Контакти контактних з'єднань:



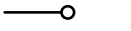
– роз'ємного з'єднання: штир;



– роз'ємного з'єднання: гніздо;



– розбірного з'єднання;

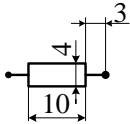


– нерозбірного з'єднання



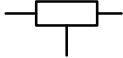
5.5. Позначення резисторів (ГОСТ 2.728)

На схемах, поряд з умовним графічним позначенням резистора (по можливості зверху або праворуч), позначають його умовне літерно-цифрове позиційне позначення і номінальний опір.

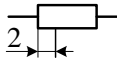


– резистор постійний, загальне позначення;

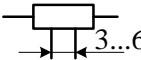
Резистор постійний з додатковими відводами:



– з одним симетричним;



– з одним несиметричним;

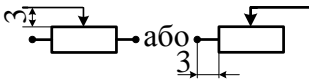


– з двома.

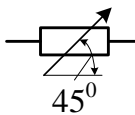


Шунт вимірювальний

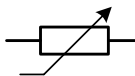
Резистор змінний:



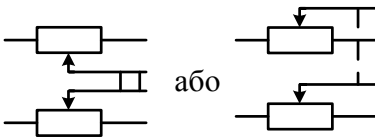
– загальне позначення;



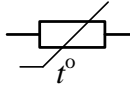
– при реостатному підключенні;



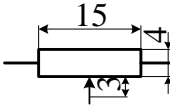
– при нелінійному регулюванні;



– здвосні;



– терморезистор;



– потенціометр однообмоточний.

5.6. Позначення конденсаторів (ГОСТ 2.728)

Поряд з умовним графічним позначенням конденсатора, на схемі вказують його умовне літерно-цифрове позиційне позначення та номінальну ємність.



– загальне позначення;



– електромагнітний поляризований;



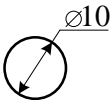
– змінної ємності;



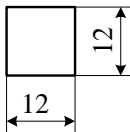
– підстроювальний.

5.7. Електровимірювальні прилади (ГОСТ 2.729)

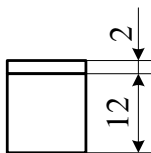
Вигляд контуру для позначення приладу.



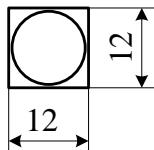
– вимірювальний показниковий;



– реєструвальний;



– інтегровальний;



– комбінований (показувальний і реєструвальний).

Кваліфікаційні символи, які вказують на характеристики відлікового пристрою приладу:



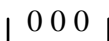
– відхилення праворуч або ліворуч від нульової позначки;



– відхилення в обидва боки від нульової позначки;



– прилад вібраційної системи;



– прилад з цифровим відліком.

Приклади позначення приладів:

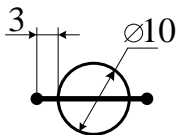


– вольтметр з цифровим відліком;



– осцилограф.

Приклади позначення вимірювальних механізмів приладів:



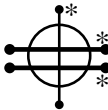
– однообмотковий амперметр;



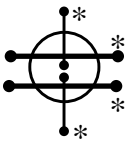
– однообмотковий вольтметр;



– однофазний ватметр;



– ватметр трифазний одноелементний з двома струмовими обмотками;



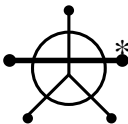
– ватметр трифазний;



– фазометр однофазний;

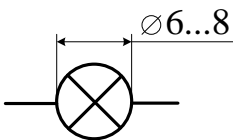


– фазометр трифазний з двома струмовими обмотками;

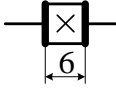


– фазометр трифазний з однією струмовою обмоткою.

5.8. Позначення джерел світла

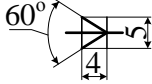


– лампа розжарювальна;

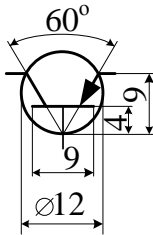


– індикація електролюмінісцентна.

5.9. Напівпровідникові прилади



– діод, загальне позначення;



– транзистор, загальне позначення.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Александров К. К. Электротехнические чертежи и схемы / К. К. Александров, Е. Г. Кузьмина. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 288 с.
2. Государственные стандарты СССР. Единая система конструкторской документации. Основные положения. – М. : Изд-во стандартов, 1988. – 344 с.
3. Там же. Общие правила выполнения чертежей. – М. : Изд-во стандартов, 1984. – 232 с.
4. Там же. Правила выполнения схем. – М. : Изд-во стандартов, 1987. – 136 с.
5. Там же. Обозначения условные графические в схемах. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 544 с.
6. Справочник по электрическим машинам: в 2 т. / Под общей ред. И. П. Копылова, Б. К. Клокова. – М. : Энергоатомиздат, 1988, 1989. – Т. 1. – 456 с.; Т. 2. – 688 с.
7. Міліх В. І. Електротехніка та електромеханіка : навч. посіб. / В. І. Міліх. – К. : Каравела, 2005. – 376 с.
8. Юхимчук В. Д. Технология ремонта машин постоянного тока : учеб. пособ. для студентов электротехнических факультетов вузов / В. Д. Юхимчук. – Харьков: ХГПУ, 2000. – 384 с.
9. Юхимчук В. Д. Технология производства электрических машин : учеб. пособ. в 2-х кн. – Х. : Тимченко, 2006. – Кн. 1. – 560 с.; Кн. 2. – 590 с.
10. Проектирование электрических машин : учебник для вузов / И. П. Копылов, Б. К. Клоков, В. П. Морозкин, Б. Ф. Токарев; под ред. И. П. Копылова. – 3-е изд., испр. и доп. – М. : Высш. шк., 2002. – 757 с.
11. Міліх В. І. Літерні позначення величин та параметрів електричних машин / Методичні вказівки до використання в навчальному процесі кафедри „Електричні машини” для студентів і викладачів електротехнічних спеціальностей / В. І. Міліх. – Харків: НТУ ”ХПІ”, 2007. – 31 с.

Навчальне видання

УМОВНІ ГРАФІЧНІ
ПОЗНАЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ
НА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СХЕМАХ

Методичні вказівки
з електротехніки
для викладачів і студентів електротехнічних спеціальностей

Укладач: ЮХИМЧУК Володимир Данилович

Відповідальний за випуск В. І. Мілих

Роботу рекомендував до видання В. Т. Долбня

В авторській редакції

План 2009. поз. 28/

Підписано до друку/ 09 . Формат 60x84 1/16. Папір офсет.
Riso-друк. Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 2,0. Обл.-вид. арк. 2,5.
Наклад 50 прим. Зам. № . Ціна договірна

Видавничий центр НТУ «ХП».

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 116 від 10.07.2000 р.
61002, Харків, вул. Фрунзе, 21

Друкарня НТУ «ХП», 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21