

Міністерство освіти і науки України
Чернівецьке вище професійне училище радіоелектроніки

Методична розробка

**на тему: «Знаходження початків і кінців обмоток
статора трифазного асинхронного двигуна з
короткозамкненим ротором»**

**для здобувачів освіти з професії: Електромонтер з ремонту та
обслуговування електроустаткування**

Брандес Омелян Степанович
викладач професійно-теоретичних
дисциплін

Чернівці
рік 2022

Брандес Омелян Степанович, кваліфікаційна категорія «Спеціаліст першої категорії», викладач професійно-теоретичних дисциплін

Розглянуто і схвалено методичною комісією

Протокол № 2 від «28» вересня 2022 р.

Анотація : В даній методичній роботі представлений метод викладання навчального матеріалу на основі тісного зв'язку між теорією і дослідним експериментом, що є показовим і доказовим фактором теоретичних положень, матеріал розробки можна використати на уроках з предмету «Технологія ремонту та обслуговування електроустаткування».

Зміст:

1. Вступ
2. Основна частина:
 - 2.1. Одношарові концентричні двохплощинні обмотки (див. схему плаката №20 та наочний зразок статора з 24-ма оголеними пазами).
 - 2.2. Принцип дії і будова трифазного асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором (див. плакат №6).
 - 2.3. Загальний принцип визначення початків і кінців обмоток статора двигуна, їх маркування та підключення зіркою або трикутником (рис.2 рис.3).
 - 2.4. Схема керування трифазним асинхронним короткозамкненим двигуном з допомогою реверсивного магнітного пускача (див. схему плаката №7).
3. Висновок.

Вступ

На результативність навчання впливають організація його процесу, структура, зміст, методи, форми. Цим обумовлене існування різних концепцій навчання – системи поглядів на процес навчання. Свідоме орієнтування на психологічну і дидактичну концепції визначає вибір виду навчання чи обґрунтованого їх поєднання.

На мою думку, як і багатьох наукових авторів органічне і творче поєднання лекційного та дослідницького методів навчання є основою реалізації розвивальної концепції в оволодінні знаннями спец предметів електрорадіотехнічного циклу для формування компетентного спеціаліста в майбутньому.

Дана робота відноситься до спец предмету: «Технологія ремонту та обслуговування електроустаткування» для підготовки електромонтера з ремонту та обслуговування електроустаткування високого розряду.

2. Основна частина.

2.1. Одношарові концентричні двохплощинні обмотки (див. схему плаката №20 та наочний зразок статора з 24-ма оголеними пазами).

Для розуміння того як укладаються котушки обмотки в пази статора окрім пояснення, яке подано в даній роботі, потрібно скористатися плакатом 20 і наочним зразком статора асинхронного двигуна з оголеними 24 пазами (рис. 1).

Одношарові концентричні обмотки широко застосовуються в асинхронних двигунах невеликої і середньої потужності, а саме в асинхронних двигунах єдиної серії 3, 4 і 5-го габаритів. Приведення уваги до одношарових концентричних обмоток в двигунах масового виробництва пояснюється можливістю досягнути доброго заповнення пазів статора провідниковими матеріалами, оскільки не потрібна ізоляція між шарами обмотки, а також наявністю напівавтоматичних станків, які дозволяють механізувати операцію намотки при використанні обмоток цього типу.

Назва типу обмотки – одношарова концентрична – пояснюється тим, що, по-перше, кожний із пазів, в яких розташовується обмотка, зайнятий повністю однією стороною котушки, тобто сторони котушок укладенні в пазах в один шар, а по-друге, котушки, які складають одну концентричну групу обмоток, мають різну ширину і розташовані так, що як би концентрично одна другу.

Обмотки розглядаю чого типу мають лобові частини, розташованих в двох або трьох ярусах (площинах). В відповідності з розташуванням лобових (торцевих) частин розрізняють двохплощинні (двохярусні) і трьох площинні (триярусні) обмотки.

На плакаті №20 представлені розгорнута і торцева схеми, а також вид лобових частин одношарової концентричної двох площинної обмотки трифазної ($m=3$) чотиріполюсної ($2p=4$) машини, які мають сердечник з 24 пазами ($z=24$) (див. рис. 1). Обмотка виконана з послідовним з'єднанням котушочних груп в фазі, тобто без паралельних гілок (число паралельних гілок $a=1$).

Найпростішим елементом обмотки статора двигуна являється виток, який складається із двох послідовно з'єднаних провідників, розміщених в пазах, які знаходяться, як правило, під сусідніми різнойменними полюсами. Лежачі в пазах провідники витка є його активними сторонами оскільки саме тут наводиться е.р.с. від головного магнітного поля. Частини витка, які знаходяться зовні паза статора, і які з'єднують між собою активні провідники і розташовуються по торцям магнітопроводу, називаються лобовими.

Провідники, які утворюють виток, можуть складатися із декількох паралельних проводів. Звично до цього прибігають, щоб зробити обмотки м'якою і полегшити її вкладання в пази.

Один або декілька послідовно з'єднаних витків утворюють котушку обмотки.

Котушка характеризується числом витків W_c і кроком Y , тобто кількістю охоплюючих нею зубців. Так, наприклад, якщо одна сторона котушки лежить в першому пази, а друга – в шостому, то котушка охоплює п'ять зубців і її крок рівний п'яти ($y=5$) крок, таким чином, може бути визначений як різниця між номерами пазів в які укладені дві сторони котушки ($y=6-1=5$). Частково, в обмоточних записках і технічній літературі крок позначають номерами пазів (починаючи з першого) t в якій укладені сторони котушки, тобто в нашому випадку це позначення виглядає так: $y=1-6$.

Крок називають діаметральним, якщо він рівний полюсному діленню τ , тобто відстані між схеми сусідніх різнойменних полюсів або, щоб теж саме, числу пазів (зубців), які надходять на один полюс. В цьому випадку $y = \tau = \frac{z}{2p}$; де z – число пазів (зубців) сердечника, в якому розміщена обмотка; $2p$ – число полюсів.

В трифазних обмотках котушки активні сторони яких розташовані під двома сусідніми різнойменними полюсами, з'єднуються послідовно в котушочні групи. Котушочна група, як правило, утворює одну пару полюсів одної фази обмотки.

Всі три фази обмотки повинні бути симетричними. Тому в кожній із трьох фаз міститься рівна кількість котушок, однаково з'єднаних між собою і

симетрично розташованих в магнітному полі машини. Тільки при ці умові сумарне е.р.с. в фазах будуть рівними по величині і зсунутими одна відносно другої на 1/3 періода, тобто утворюють симетричну трифазну систему е.р.с. Фази обмотки можуть з'єднуватися між собою в зірку або трикутник.

Одною з найважливіших характеристик обмоток являється число пазів на полюс і фази q : $q = \frac{z}{2pm}$; де z – число пазів, в який розміщена обмотка; $2p$ – число полюсів магнітного поля; m – число фаз.

Для трифазних обмоток існує наступна співвідношення між частотою обертання магнітного поля машини, числом її полюсів і частотою струму в обмотці: $n = \frac{60f}{p}$; де n – швидкість обертання (частота обертання) магнітного поля об/хв, p – число пар полюсів; f – частота протікаючого по обмотці струму, Гц.

Розглянемо конкретного розрахунок укладання одношарова концентричної двохплощинної обмотки в статор з 24 пазами (див. рис.1).

Складання розгорнутої схеми вищезазначеної обмотки (див. плакат №20) відбувається наступним чином. Спочатку знаходять число пазів на полюс і фази по формулі: $q = \frac{z}{2pm} = \frac{24}{4 \cdot 3} = 2$ (тобто 8 пазів на фазу і 2 пази на полюс).

Потім у вигляді вертикальних ліній зображують розташовані в пазах активні сторони котушок, причому сторони котушок, приналежних до різних фаз, зображують лініями, які відрізняються по кольору, товщині або кресленню, наприклад, перша фаза – червоним кольором і друга фаза – синім, а третя зеленим.

В нашому випадку на полюсному діленні T розташовано шість пазів:
 $= \frac{z}{2p} = \frac{24}{2 \cdot 2} = \frac{24}{4} = 6$.

Звідси слідує, що кожна фазна зона включає в себе $z/m = 6/3 = 2$ паза.

Умовившись, що в крайньому зліва пазу буде лежати активна сторона котушки першої фази, лінії, які зображують активні сторони котушок на ділянці першого полюсного ділення, малюють такому порядку: спочатку дві (так як $q = 2$) лінії червоного кольору (перша фаза), далі – дві лінії зеленого, кольору (третя фаза), потім - дві лінії синього кольору (друга фаза) – (див. плакат №20).

Розподілити по пазам активні сторони котушок, які належать різним фазом приступають до накреслення самих котушок і утворення котушочних груп. При цьому керуються такими міркуваннями. Оскільки $q=2$, то кожна котушочна група буде складатися з двох котушок, а так як обмотка концентрична, то котушки в кожній групі, повинні мати різну ширину і охоплювати одна одну. Звідси слідує, що перша котушочна група першої фази буде складатися із двох котушок, одна з яких, займає пази 1 і 8, охоплює другу, яка лежить в пазах 2 і 7. Друга котушочна група першої фази складається із котушок, які займають пази 13-20 і 14-1,9. Котушки в кожній котушочній групі з'єднуються послідовно, що на схемі показується короткою перемичкою між нижніми лобовими частинами.

Оскільки обмотка двохплощинна і лобові частини котушочних груп повинні розташовуватися в двох різних ярусах (див. плакат №20), то необхідно визначити, скільки котушочних груп будуть мати більш короткі лобові частини, розташованими в першому ярусі, а скільки – більш довгі, розташованих в другому ярусі. Число котушок в одношаровій обмотці вдвоє менше числа пазів, так як кожна котушка займає два паза. Тому розглядаємо обмотка буде містити 12 котушок. Кожна котушочна група складається з двох котушок, а звідси, загальна кількість котушочних груп обмотки (k) рівна шести: $k = \frac{z}{2q} = 6$.

В кожній із трьох фаз буде міститися по дві котушочні групи, так як:

$$\frac{k}{m} = \frac{6}{3} = 2.$$

Обмотка яка розглядається має парне, число котушочних груп – шість, тому їх легко розділити між двома ярусами: три котушочні групи в першому ярусі, а три групи – в другому. Щоб всі три фази були симетричними, в кожній фазі одна котушочна група виконується з лобовими частинами в першому ярусі, а друга – в другому ярусі. Тому в першій фазі 1 – а котушочна група, яка складається із котушок, розташованих в пазах 1-8 і 2-7, зображується з короткими лобовими частинами, а друга котушочна група з котушками в пазах 13-20 і 14-19 – з довгими лобовими частинами (див. плакат №20).

Наступний етап побудови схеми – з'єднання котушочних груп між собою і утворення фази обмотки. По завданню фаза обмотки не має паралельних гілок ($a=1$), тобто котушочні групи в фазі з'єднуються послідовно, на схемі позначають такий напрям струмів в активних сторонах всіх котушок фази, яке забезпечує утворення заданої кількості полюсів магнітного поля (в нашому випадку – чотирьох полюсів) і правильне їх чередування. При цьому можна керуватися відомим правилом буравчика. Неважко бачити, що, в обмотці, яку розглядаємо, перша фаза створює чотириполіусне магнітне поле з правильним чередуванням полюсів, якщо напрями струмів в активних сторонах котушок будуть такими, як показано стрілками (див. схему на плакаті №20), тобто в пазах 1-2 і 13-14 – знизу вгору, а в пазах 7-8 і 19-20 – зверху вниз. Оскільки напрями струмів в обох котушочних групах фази співпадають (від початку – до кінця), то при послідовному їх з'єднанні кінець першої котушочної групи, яка виходить із паза 7, необхідно з'єднувати з початком другої котушочної групи, яка виходить із паза 13.

І так, утворилась одна-перша-фаза обмотки, причому початок першої фази виведено із паза 1, а кінець – із 19. Оскільки дві інші фази обмотки – друга і третя – повинні бути такими ж, як і перша, то порядок їх утворення особливих пояснень не потребує.

Розглянемо тільки два питання – про знаходження пазів, в яких повинні розташовуватися виводи цих фаз, а також про розподіленні по ярусом лобових частин їх котушочних груп.

Фази обмотки повинні розташовуватися симетрично в магнітному колі машини, тобто повинні бути зсунуті на 120 ел. град., або, що те ж саме, на $2/3$ полюсного ділення τ . В розглядаємій обмотці на полюсне ділення приходить шість пазів, а на $2/3 \tau$, тобто на 120 ел.град. – чотири пази. Цей розрахунок можна зробити інакше. Обмотка чотириполіусних, а звідси слідує, повна окружність сердечника містить $360 \cdot p = 360 \cdot 2 = 720$ ел.град. Сердечник має 24 пазів, тому кожне пазове ділення відповідає $720/24 = 30$ ел.град. фази повинні бути зсунуті на 120 ел.град., тобто на $120/30 = 4$ пазових ділення, або на чотири пази.

Оскільки початок першої фази виведений із паза 1, то початок другої потрібно вивести із паза 5, а початок третьої фази, зсунутої ще на 120 ел.град. початок повинен виводитися із паза 9. Відповідно визначаються і пази, із яких виводяться кінці фаз. Так як кінець першої фази виведений із паза 19, то кінець другої фази потрібно вивести із $19+4=23$ -го паза, а кінець третьої фази – $23+4=27$ -го паза. Але по окружності сердечника розташовано тільки 24 паза. Тому, якщо від паза 23, звідки виведений кінець другої фази обмотки, відрахувати ще чотири пази, перемішуючись по схемі зліва направо, тобто по напрямку годинникової стрілки вздовж окружності сердечника (див. схему на плакаті №20), то визначимось, що кінець третьої фази повинен виводитися із $23+4-24=3$ -го паза.

Що стосується розподілення котушочних груп по ярусом, то неважко бачити, що в одному і тому ж ярусі можна помістити тільки ті котушочні групи, лобові частини яких не перехрещуються між собою. Починаючи побудову першої котушочної групи другої фази, початок якої лежить в 5 пазу, ми бачимо, що її лобові частини перехрещуються з лежачими в першому ярусі лобовими частинками першої котушочної групи першої фази. Звідси слідує, лобові частини першої котушочної групи другої фази повинні бути розташовані в другому ярусі. Аналогічними міркуваннями керуються при розташуванні на схем всіх інших котушочних груп.

2.2. Принцип дії і будова трифазного асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором (див. плакат №6).

Принцип дії асинхронного двигуна основний на використанні обертового магнітного поля і основних законів електротехніки.

При виконанні двигуна в мережу трифазного струму в статорі утворюється обертове магнітне поле, силові лінії якого пересікають стержні (короткозамкнений ротор) або котушки (фазний ротор) обмоток ротора. При цьому згідно закону електромагнітної індукції в обмотці ротора індуктується е.р.с., пропорційна

швидкості пересікання силових ліній. Під дією індуктивної е.р.с. в короткозамкненим роторі виникають значні струми.

В відповідності з законом Ампера на провідники з струмом які знаходяться в магнітному полі, діють механічні сили, які по принципу виключення індукований струм, тобто перетин стержнів обмотки ротора силовими лініями обертового поля. Таким чином, виниклі механічні сили будуть розкручувати ротор в напрямі обертання поля, зменшуючи швидкість перетину стержнів обмотки ротора магнітними силовими лініями.

Досягнути швидкості обертання поля в умовах ротор не може, так як тоді стержні його обмотки опинились би нерухомими відносно магнітних силових ліній і зчезли б індуковані струми в обмотці ротора. Тому ротор обертається зі швидкістю, меншою швидкості обертання поля, тобто несинхронним з полем, або асинхронна.

Якщо сила гальмуючі ϕ обертання ротора, невеликі, то ротор досягає швидкості близької до швидкості обертання поля. При збільшенні механічної напруги на валу двигуна швидкість обертання ротора зменшується, струм в обмотці ротора збільшується, що приводить до збільшення обертового моменту двигуна. При деякій швидкості обертання ротора встановлюється рівновага між гальмівним і обертовим моментами. Будову і конструкцію асинхронного трифазного двигуна (див. плакат №6).

2.3. Загальний принцип визначення початків і кінців обмоток статора двигуна, їх маркування та підключення зіркою або трикутником (рис.2 рис.3).

Виводи обмотки статора призначені для приєднання до електричної мережі, з'єднанні із затискачами, розміщеними у коробці на станині двигуна. Є різні конструкції коробки затискачів. Наприклад, коробка може мати три затискачі, це означає, що фази обмотки статора вже з'єднані між собою зіркою або трикутником, а зазначені три затискачі призначені для приєднання приводів або кабелю, за

допомогою яких через комутаційні і захисні апарати (див. плакат №7) двигун підключають до електричної мережі, яка живить його. У коробці може бути шість затискачів. Це означає, що початки і кінці фаз обмотки статора з'єднанні із зазначеними затискачами, причому в кожного затискача позначено початок або кінець відповідної фази обмотки. При цьому потрібно підготувати двигун для вмикання в мережу, тобто затискачі з'єднати між собою так, щоб фази обмоток статора були з'єднані зіркою або трикутником. Зіркою – це значить що всі кінці обмоток статора були з'єднані в одній точці, а до початків обмоток було подано три фази мережі, трикутником – це значить, що кінець першої фази обмотки повинен бути з'єднаний з початком другої фази обмотки, кінець другої фази обмотки з початком третьої фази обмотки, кінець третьої фази обмотки з початком першої фази обмотки. В трифазній мережі 380/220, для визначення підключення зіркою чи трикутником, виходять з таких міркувань: якщо обмотки розраховані на 380 В, то трикутником, якщо обмотки розраховані на 220 В то зіркою (див. рис.2).

Якщо початки і кінці фаз на коробці затискачів не позначено (немає маркування їх), то роблять так:

- Визначають (прозвонюють тестером) виводи, що належать до однієї і тієї самої фази, скріплюють їх ізострічкою або термоусадочною муфтою.
- Визначають початки і кінці фаз (рис.2.)

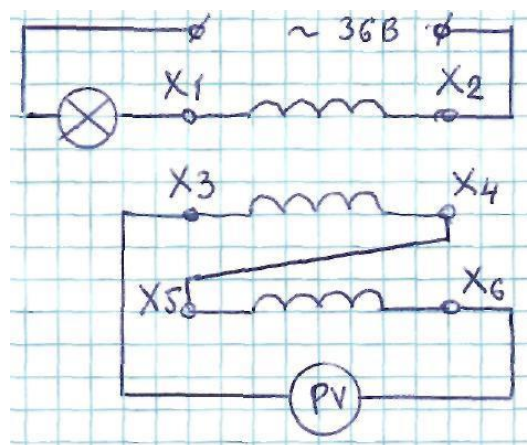


Рис.2. Схема ланцюга для визначення початків і кінців обмотки статора трифазного асинхронного двигуна.

Якщо при вмиканні фази x_1 , x_2 в мережу – 36 В вольтметр не покаже наявності напруги то x_4 і x_5 є або початками, або кінцями фаз (береться умовно);

якщо ж вольтметр покаже наявність напруги, то ввід x_5 є, наприклад, початком, а вивід x_4 – кінцем; виводи маркують картонними бирками.

Фізична суть цього досліду полягає у тому. При виготовленні обмотки проводи намотують у певному напрямі, наприклад, за годинниковою стрілкою, якщо фази x_3 , x_4 і x_5 , x_6 (див рис.2) з'єднані так, щоб збігалися напрями намотування їхніх витків, то при проходженні змінного струму по фазі x_1 , x_2 індуючи у фазах x_3 , x_4 і x_5 , x_6 е.р.с. додаватимуться, а вольтметр покаже наявність напруги. У цьому разі можна вважати, що x_3 і x_5 – початки фаз, а x_4 і x_6 – кінці (береться умовно, бо x_3 і x_5 можна назвати кінцями фаз, а x_4 і x_6 – початками). Якщо ж фази x_3 , x_4 і x_5 , x_6 з'єднати так, що напрями намотування їхніх витків протилежні, то індуючи в них е.р.с. протидіятимуть, отже, напруга на ділянці x_3 - x_6 у цілому дорівнюватиме нулю. У цьому разі, якщо x_3 за початком фази, то x_5 буде кінцем фази. Визначивши таким способом початки і кінці фаз x_3 , x_4 і x_5 , x_6 міняють місцями кінці x_1 , x_2 і x_3 , x_4 , а потім повторюють дослід, але в останньому досліді вже відомі початок і кінець фази x_5 , x_6 , тому залежно від показу вольтметра визначають початок і кінці x_1 , x_2 фази.

Щоб змінити напрям обертання вала двигуна (реверсування), потрібно поміняти місцями два лінійних проводи (це можна зробити вручну, або з допомогою реверсивного магнітного пускача див. плакат №7).

2.4. Схема керування трифазним асинхронним короткозамкненим двигуном з допомогою реверсивного магнітного пускача (див. схему плаката №7).

Для зручності керування роботою двигуна в двох напрямках в силовій частині схеми (див. плакат №7 рис.4) ставлять два контактора для пуску вперед В і назад Н. Для захисту від коротких замикань включені плавкі запобіжники, а від перевантажень – теплові реле Т1 і Т2.

В ланцюгу керування, крім кнопки С_м поставлені кнопки для пуску вперед В і назад Н, які мають блок-контакти КВ і КН. Включені також розмикаючі контакти теплових реле Т1 і Т2 з кнопками звороту контактів в робоче положення.

При пуску вперед натискають кнопку В і її верхні контакти розмикаються, а нижні замикаються. По ланцюгу керування встановлюється струм від затискача ЛЗ через кнопку См, замкнуті верхні контакти кнопки Н, замкнуті нижні контакти кнопки В, котушку головного контактора КВ (вперед) і замкнуті контакти теплових реле Т1 і Т2 до затискача Л2.

Робочі контакти контактора замикаються і двигун починає обертатися. Контакти КН (назад) включитися не може, так як ланцюг струму через його котушку КН розімкнутий. Одночасно з замиканням головних контактів КВ замикаються і блок-контакти КВ кнопки В і вона може бути відпущена. При натисканні кнопки стан См ланцюг струму котушки КВ розмикається і двигун зупиняється.

Якщо, не зупиняючи двигун кнопкою См, натиснути кнопку Н (назад), то її верхні замкнуті контакти розмикаються раніше, чим замкнуться нижні. Ланцюг струму керування вперед розмикається, а потім замикається ланцюг назад. Таким чином, ці ланцюги блоковані. Для обертання назад ланцюг струму йде від затискача ЛЗ через кнопку См, замкнуті нижні контакти кнопки Н замкнуті контакти В, обмотку контактора КН і контакти теплових реле Т1 і Т2 до затискача Л2. Замикаються робочі контакти контактора КН, і ротор обертається назад. Кнопка Н може бути відпущена так як її блок – контакти КН замкнуться одночасно з робочими КН.

3. Висновок

В даній методичній роботі розроблений і наочно показаний при допомозі спецстенда №20; рис.1, рис.3. Метод знаходження початків і кінців обмоток статора двигуна, наразі втрати заводського маркування, і правильного підключення «зіркою» чи «трикутником» в залежності віто того на яку напругу розраховані обмотки (на 380В чи на 220 В).

Окрім цього представлена методика розрахунку і укладки в 24 пази статора трифазного двигуна одношарової концентричної двохплощинної обмотки, як

найбільш поширеної. Для цього використано саморобний плакат №20, наочний зразок статора з 24-ма пазами.

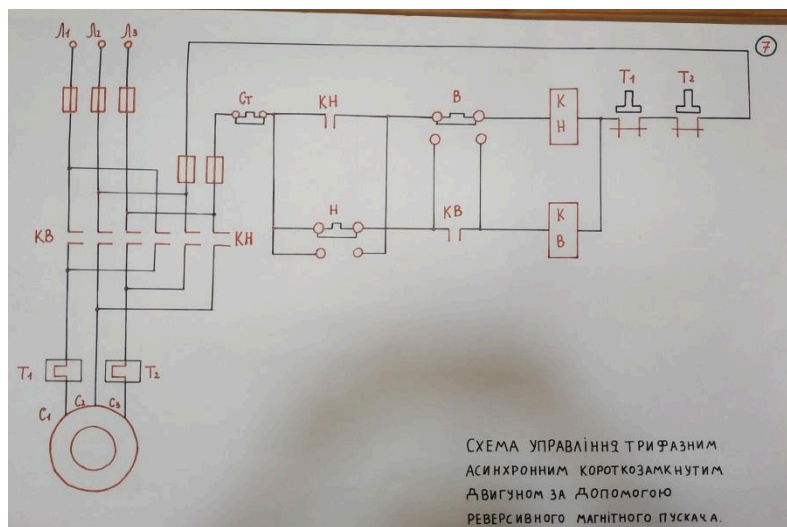
Повністю розкрита фізична суть принципу дії трифазного асинхронного двигуна з короткозамкнутим ротором.

Для зручності експлуатації вищевказаного двигуна в прямому і зворотному напрямі описана схема керування трифазним асинхронним короткозамкненим двигуном з допомогою реверсивного магнітного пускача. Для цього був створений саморобний плакат №7, а також спецстенд, виготовлений здобувачами освіти гуртка технічної творчості, згідно схеми представленої в плакаті №7 або рис.4.

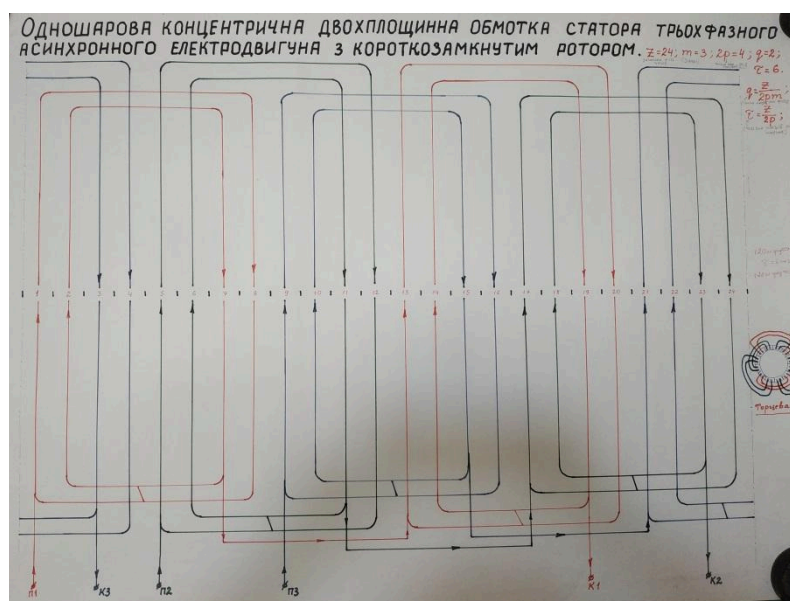
Такий різнобічний підхід до вивчення асинхронних двигунів з короткозамкнутим ротором дає найбільш повну інформацію про будову і принцип їх дії.

Асинхронні трифазні двигуни в останній час зайняли провідне місце на ринку попиту в зв'язку з розробкою частотних перетворювачів на основі мікропроцесорної електроніки, які дозволяють плавно регулювати швидкістю обертання роторів цих електричних машин.

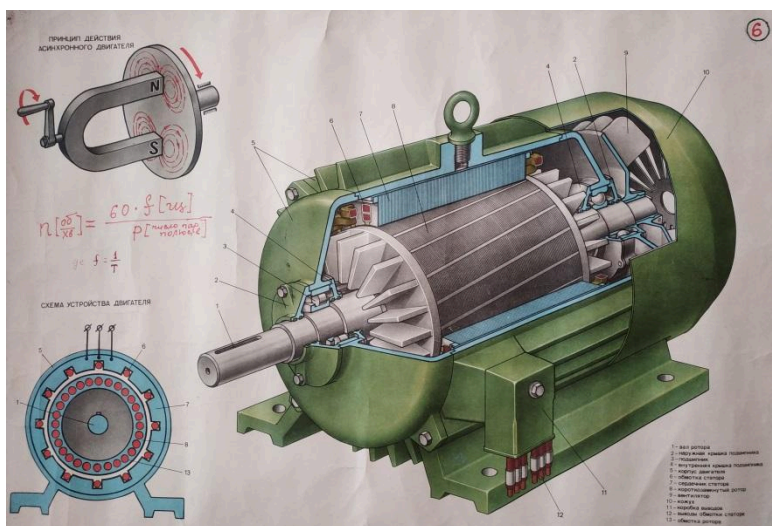
Матеріально-технічне оснащення з теми:



Плакат №7: Схема керування трифазного асинхронного короткозамкнутого двигуна за допомогою реверсивного магнітного пускача



Плакат №7: Одношарова концентрична двохплощинна обмотка статора трифазного асинхронного електродвигуна



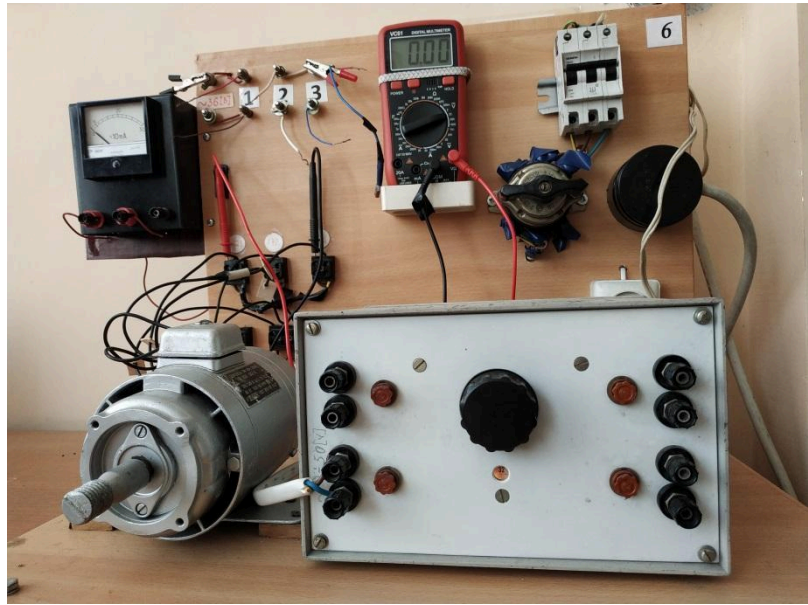
Плакат №6: Будова асинхронного двигуна з короткозамкнутим ротором



Макет статора з 24-ма пазами.



Спецстенд: Дослідження схеми включення трифазного асинхронного двигуна з короткозамкнутим ротором в реверсивному режимі



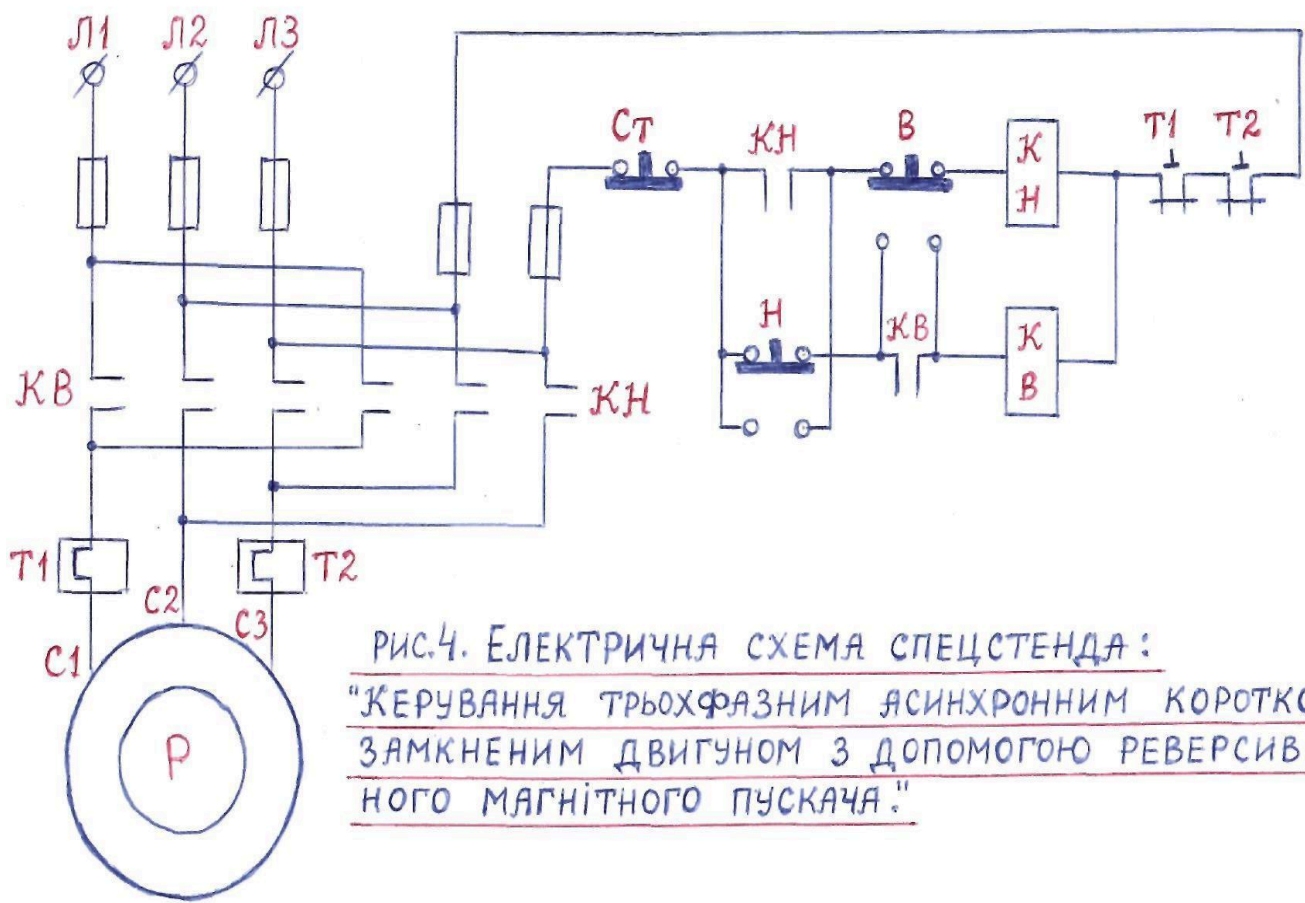


РИС.4. ЕЛЕКТРИЧНА СХЕМА СПЕЦСТЕНДА:
"КЕРУВАННЯ ТРЬОХФАЗНИМ АСИНХРОННИМ КОРОТКО-
ЗАМКНЕНИМ ДВИГУНОМ З ДОПОМОГОЮ РЕВЕРСИВ-
НОГО МАГНІТНОГО ПУСКАЧА."

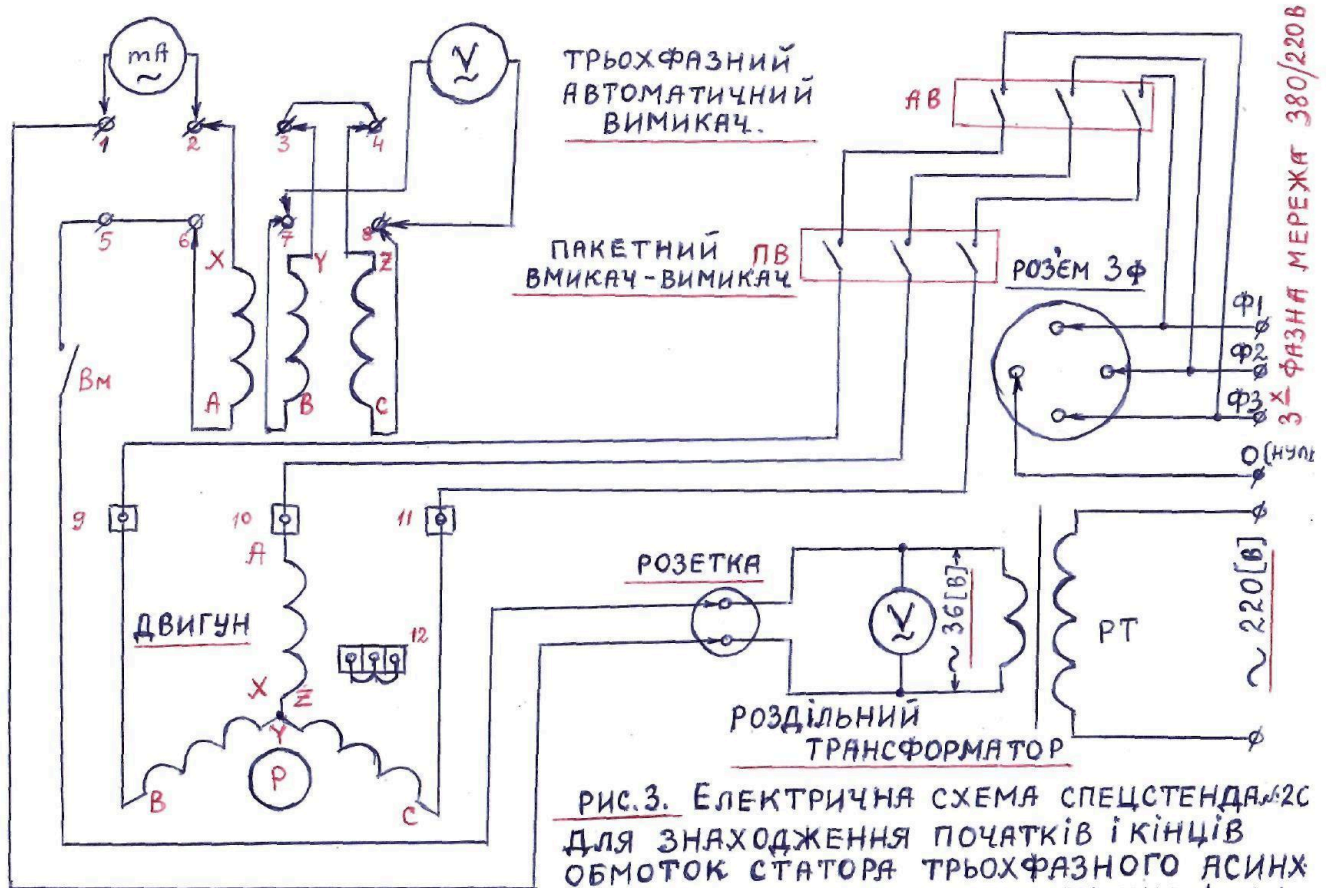


РИС.3. ЕЛЕКТРИЧНА СХЕМА СПЕЦСТЕНДА МС
ДЛЯ ЗНАХОДЖЕННЯ ПОЧАТКІВ І КІНЦІВ
ОБМОТОК СТАТОРА ТРИФАЗНОГО АСИНХ
РОННОГО ДВИГУНА ДЛЯ ВКЛЮЧЕННЯ Δ АБО Y .

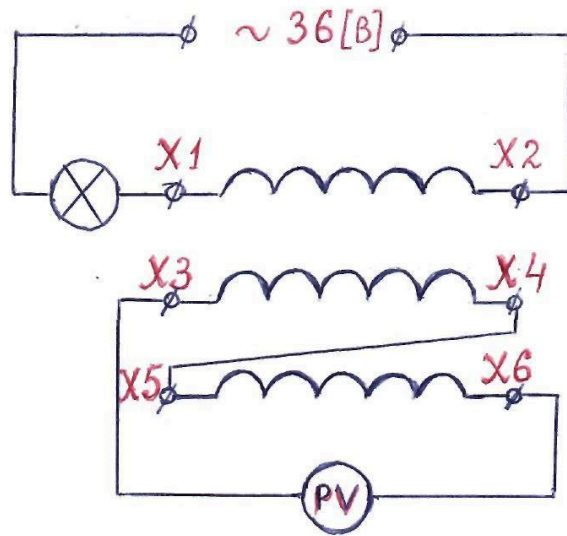


Рис. 2. СХЕМА ЛАНЦЮГА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОЧАТКІВ І КІНЦІВ ОБМОТКОВ СТАТОРА ТРИФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА.

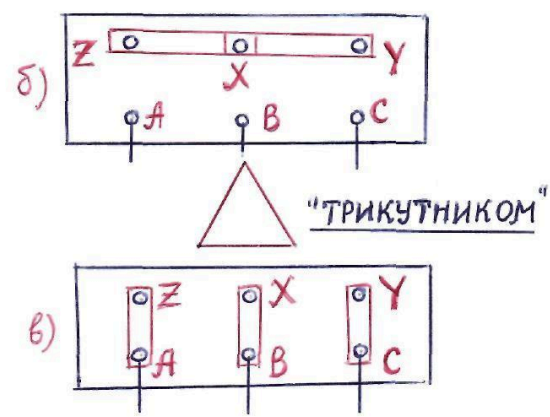
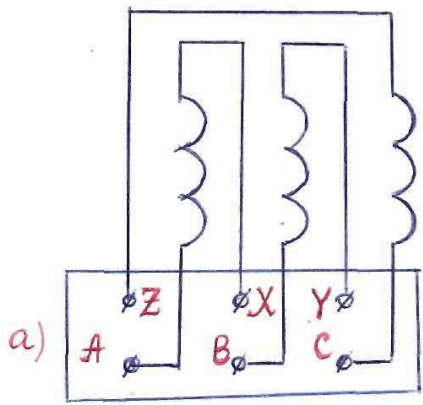
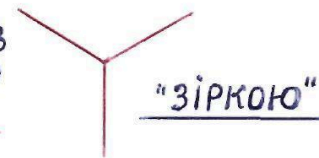


Рис. 1. Розміщення виводів двигуна на щитку вмикання. AX; BY; CZ; - початки і кінці відповідних обмоток ФАЗ.