

Тема №8: Електричні машини змінного струму

Тема: Статор і ротор, їх обмотки. Принцип дії трифазного ротора

Мета: Дізнатися про статор і ротор. Навчитися характеризувати їх будову, призначення та принцип дії

Підручник: А.М. Гуржій, А.М. Сільвестров, Н.І. Поворознюк "Електротехніка з основами промислової електроніки", ст. 203-211

<https://drive.google.com/file/d/1X7QIJUnifZhTdoDh76YCLXWCvFaB69pk/view?usp=sharing>

I. Опрацювання теоретичного матеріалу

<https://www.youtube.com/watch?v=uXwamyaiUKo&t=8s>

Обертання ротора електродвигуна

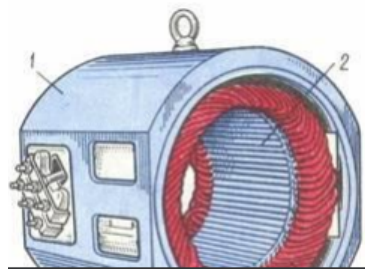
<https://www.youtube.com/watch?v=RuPV1pNoKi0>

Асинхронна машина складається із статора і ротора. Нерухома частина машини називається **статор**, рухома – **ротор**.

Основне призначення обмотки статора – створення в машині магнітного обертового поля.

Статор має шихтований сердечник, у пазах якого розташована трифазна обмотка. Сердечник зібраний з листів сталі у вигляді кілець з пазами для укладки обмотки. У трифазних АД вона складається із трьох котушок, які зсунуті одна до одної на 120° .

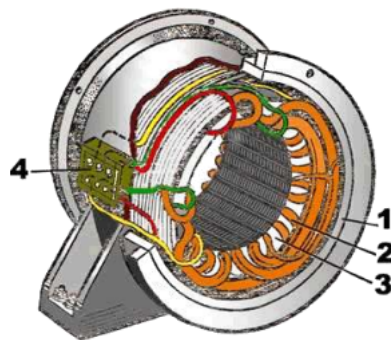
На рисунку 1 показаний сердечник статора у зборі.



Станина (1) виконується литою, з немагнітного матеріалу. Найчастіше станину виконують з чавуну або алюмінію. На внутрішній поверхні листів (2), з яких виконується сердечник статора, є пази, в які закладається трифазна обмотка (3). Обмотка статора виконується в основному з ізольованого мідного проводу круглого або прямокутного перерізу, рідше – з алюмінію.

Осердя (сердечник) 1 статора (рис.2) набирається із сталевих пластин товщиною 0,35 або 0,5 мм. Пластини штампують з пазами, ізолюють лаком або окалиною для зменшення втрат на вихрові струми, збирають в окремі пакети і кріплять на станину

3 двигуна. До станини прикріплюють також бічні щити з розміщеними на них підшипниками, на які спирається вал ротора. Станину встановлюють на фундаменті.



. Будова статора асинхронного двигуна: 1 – осердя; 2 – обмотка; 3 – станина; 4 – щиток.

У поздовжні пази статора укладають провідники його обмотки 2, які з'єднують між собою так, що утворюється трифазна система. На щитку 4 машини є шість затискачів, до яких приєднуються початки і кінці обмоток кожної фази. Для підключення обмоток статора до трифазної мережі вони можуть бути з'єднані зіркою або трикутником, що дає можливість вмикати двигун в мережу з двома різними лінійними напругами (рис.3).

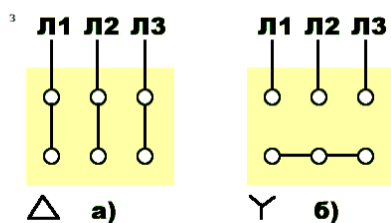


Рис.3. З'єднання затискачів на щитку двигуна: а – трикутником; б – зіркою

Обмотка статора складається з трьох окремих частин, що називаються фазами. Початки фаз позначаються буквами с 1, с 2, с 3, кінці – с 4, с 5, с 6.

Початки і кінці фаз виведені на клемник (рис.4а), закріплений на станині. Обмотка статора може бути сполучена за схемою зірка (рис.4.б) або трикутник (рис. 4. в). Вибір схеми з'єднання обмотки статора залежить від лінійної напруги мережі і паспортних даних двигуна. У паспорті трифазного двигуна задаються лінійна напруга мережі і схема з'єднання обмотки статора. Наприклад, 660/380, Y/Δ. Цей двигун можна включати в мережу з $U_{\text{л}} = 660\text{В}$ за схемою зірка або в мережу з $U_{\text{л}} = 380\text{В}$ - за схемою трикутник.

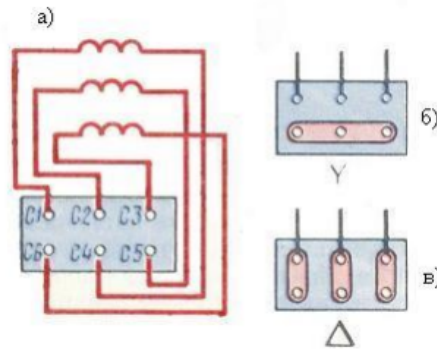
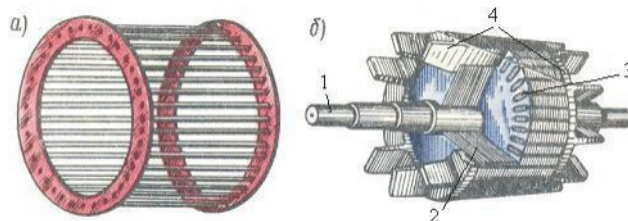


Рис.4 Схеми сполучення обмоток статора АД.

Ротор буває двох типів: - *короткозамкнений*; - *фазний*.

Короткозамкнений ротор має шихтований циліндр із пазами. У пази укладаються стержні, замкнені електрично з обох боків кільцями. Ці кільця та стержні М. О. Доліво-Добровольський назвав "білячим колесом" (Рис. 4)



Таку обмотку виготовляють із алюмінію який в гарячому стані під тиском заливають в пази ротора. Разом зі стержнями відливають і замикаючі кільця , які постачають крилами для покращення вентиляції.

Ротор

Осердя 1 ротора (рис.5, а) також набирають зі сталевих пластин товщиною 0,5 мм, ізолюваних лаком або окалиною для зменшення втрат на вихрові струми. Пластини штампують з пазами і збирають у пакети, які кріплять на валу машини. З пакетів утворюється циліндр з поздовжніми пазами, в які укладають провідники 2 обмотки ротора. Залежно від типу обмотки асинхронні машини можуть бути з фазним і короткозамкненим ротором. Короткозамкнена обмотка ротора виконується за типом білячого колеса (рис.5, б). У пази ротора укладають масивні стрижні, з'єднані на торцах мідними кільцями. Часто короткозамкнену обмотку ротора виготовляють з алюмінію. Алюміній в гарячому стані заливають у пази ротора під тиском. Така обмотка завжди замкнена накоротко і вмикання опорів в обмотку неможливо.

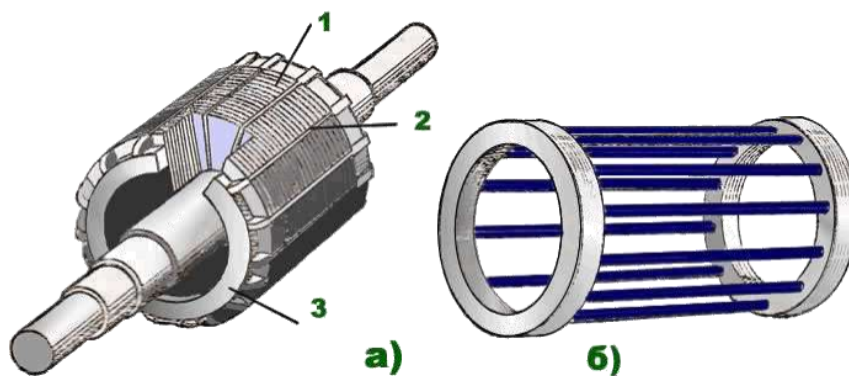
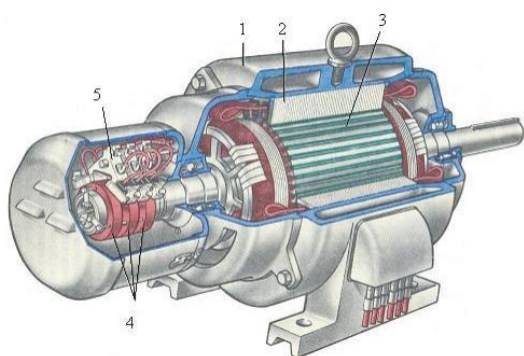


Рис.5. Будова ротора асинхронного двигуна: а) будова; б) обмотка. 1 – осердя; 2 – провідники; 3 – мідні кільця.

Фазна обмотка ротора виконана як і статорна, тобто провідники відповідним чином з'єднані між собою, утворюючи трифазну систему. Обмотки трьох фаз з'єднані зіркою. Кільця ізолювані один від одного і від валу і обертаються разом з ротором. При обертанні кільця поверхні їх ковзають по вугільним або мідним щіткам, нерухомо закріпленим над кільцями. Двигуни із короткозамкненим ротором простіші і надійніші в експлуатації, значно дешевше, ніж двигуни з фазним ротором. Однак двигуни з фазним ротором мають кращі пускові і регульовальні характеристики. В даний час асинхронні двигуни виконують переважно з короткозамкненим ротором і лише при великих потужностях і в спеціальних випадках використовують фазну обмотку ротора.

Доливо-Добровольський першим створив двигун з короткозамкненим ротором і досліджував його властивості. Він з'ясував, що у таких двигунів є дуже серйозний недолік – обмежений пусковий момент. ДоливоДобровольський назвав причину цього недоліку – сильно закорочений ротор. Ним же була запропонована конструкція двигуна з фазним ротором.

У двигунів з фазним ротором в пазах ротора розташовують трифазну ізолювану обмотку, яка подібна обмотці статора. Фази ротора з'єднують зіркою або трикутником. Їх початки під'єднують до трьох контактних кілець які розміщені на валу і ізолюваних як від вала так і поміж собою. Ці кільця жорстко закріплені на валу і обертаються разом з ним. До кілець через щітки при пуску двигуна для регулювання обертання приєднують реостат (R), що дозволяє зменшити пускові струми. Сердечник ротора виготовляють із металевих пластин 0,5 мм, ізолюваних одна від одної. Оскільки на роторі немає колекторного вузла, ротор не має ковзних контактів, двигун дуже простий щодо обслуговування, надійний у роботі, дешевий, легкий та економічний. Це двигун "основного виконання".



На рисунку 6 приведений вид асинхронної машини з фазним ротором в розрізі: 1 – станина, 2 – обмотка статора, 3 – ротор, 4 – контактні кільця, 5 – щітки.

У фазного ротора трифазного АД обмотка виконується трифазною, аналогічно обмотці статора, з тим же числом пар полюсів. Витки обмотки закладаються в пази сердечника ротора і з'єднуються за схемою зірка. Кінці кожної фази з'єднуються з контактними кільцями, закріпленими на валу ротора, і через щітки виводяться в зовнішнє коло. Контактні кільця виготовляють з латуні або сталі, вони мають бути ізольовані один від одного і від валу. В якості щіток використовують металографітні щітки, які притискаються до контактних кілець за допомогою пружин щіткотримачів, закріплених нерухомо в корпусі машини.

На щитку машини, закріпленому на станині, наводяться дані:

P_n , U_n , I_n , n_n , а також тип машини.

P_n – це номінальна корисна потужність (на валу)

U_n і I_n – номінальні значення лінійної напруги і струму для вказаної схеми з'єднання. Наприклад, 380/220, Y/Δ, $I_n Y / I_n Δ$.

n_n – номінальна частота обертання в про/хв.

Тип машини, наприклад, заданий у вигляді 4АН315S8. Це асинхронний двигун (А) четвертої серії захищеного виконання. Якщо буква Н відсутня, то двигун закритого виконання.

315 – висота осі обертання в мм;

S – настановні розміри (вони задаються в довіднику);

8 – число полюсів машини.

Графічне позначення АД

За стандартом передбачені спрощений та розгорнений способи графічного позначення асинхронних машин.

У спрощеному способі обмотки статора та ротора зображуються у вигляді кілець.

У розгорнених позначеннях обмотка статора зображається у вигляді ланцюжка півкілець, а обмотка ротора – у вигляді кільця.

На рис. 6 наведено *спрощене та розгорнене графічне зображення короткозамкненого асинхронного двигуна.*

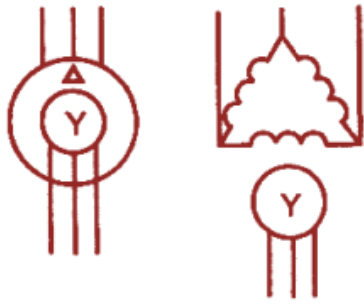


Рис.6 Спрошене а) та розгорнене б) графічне зображення АД з короткозамкненим ротором

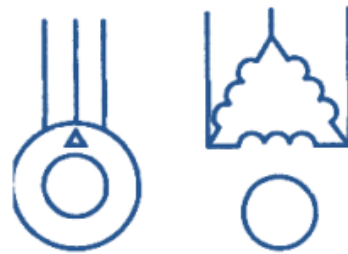


Рис.7 Спрошене та розгорнене графічне зображення АД з фазним ротором

На рис. 7 наведено *спрошене* та *розгорнене* позначення асинхронного двигуна з фазним ротором. В обох випадках обмотка статора з'єднана у "трикутник".

II. Закріплення нового матеріалу

Завдання

1. Накресліть схему з'єднання затискачів на щитку електродвигуна
2. Виберіть правильну відповідь

1) Який з цих пристроїв не є конструктивним елементом електричного двигуна змінного струму?

а) ротор; б) статор; в) датчик; г) вал

2) Яке призначення обмоток статора асинхронного трифазного двигуна? а) для утворення обертового магнітного поля; б) для зменшення пускового струму; в) для регулювання напруги мережі; г) відповідь відсутня

3) Для зменшення яких втрат пластини осердя ротора ізолюють лаком?

а) на гістерезис; б) на вихрові струми; в) на конвекцію; г) інша відповідь

4) Вкажіть матеріал з якого виготовляють короткозамкнену обмотку ротора?

а) сталь; б) мідь; в) бронза; г) алюміній.

III. Домашнє завдання

1. Опрацювати теоретичний матеріал
2. Вивчити будову статора і ротора