

**Змістовий модуль 9. Електричні машини змінного струму.
Лекція № 13. Тема № 9.1. Асинхронні двигуни.
(Короткий конспект)**

План лекції

1. Електричні машини змінного струму.
2. Обертове магнітне поле.
3. Устрій асинхронного двигуна.
4. Асинхронний двигун із фазним ротором.

1. Електричні машини змінного струму.

Електричні машини змінного струму розділяють на синхронні, асинхронні, колекторні. Найбільше застосування мають синхронні генератори змінного трифазного струму й трифазні асинхронні електродвигуни.

Машини змінного струму складаються із двох основних частин – статора й ротора. *Статор асинхронної машини* створює обертове магнітне поле, а *ротор* обертається з меншою швидкістю, тобто асинхронно. Збільшення навантаження двигуна спричиняє зменшення швидкості обертання ротора.

Усі електричні машини оборотні, тобто можуть служити як двигунами, так і генераторами. Асинхронні машини використовуються головним чином як двигуни, а синхронні - і як двигуни, і як генератори. Практично всі генератори змінного струму - синхронні.

2. Обертове магнітне поле.

Принцип роботи асинхронних двигунів.

Принцип роботи асинхронних двигунів заснований на досліді Араго. Якщо під горизонтально підвішеним на нитці диском із провідного немагнітного матеріалу (наприклад, з міді) помістити обертовий магніт у вигляді підкови), то диск почне обертатися в той самий бік, що й магніт.

Це явище пояснюється в такий спосіб. Обертове магнітне поле, створюване магнітом, індукує у диску замкнені вихрові струми, які, відповідно до закону Ампера, взаємодіють із обертовим магнітним полем, завдяки чому створюється обертаючий момент. Диск починає обертатися в той самий бік, що й поле, причому в міру збільшення швидкості диска швидкість відносно поля зменшується, що приводить до зменшення величини індукційних струмів у диску й обертаючого моменту. Диск починає зупинятися, і швидкість диска відносно поля збільшується, що приводить до підвищення величини індукційних струмів у диску й обертаючого моменту. Зрештою встановиться рівновага обертаючого й гальмового моментів, при яким диск буде обертатися з якоюсь постійною швидкістю, яка менше швидкості обертання магнітного поля, тобто обертання диска буде **асинхронним** (несинхронним).

Обертове магнітне поле.

Три котушки, розташовані по окружності під кутом 120° відносно один одного й включені в трифазну мережу змінного струму, створюють обертове магнітне поле. За один період напрямок сумарного магнітного поля зробить один оберт і, отже, швидкість обертання магнітного поля буде дорівнювати частоті змінного струму.

Цей спосіб створення обертового магнітного поля покладений в основу *трифазних асинхронних двигунів*.

3. Устрій асинхронного двигуна.

Асинхронний двигун складається зі статора з робочими обмотками, ротора, а також вентилятора і щитів.

У корпусі-станині розташований сердечник статора, що представляє собою циліндр, зібраний із пластин електротехнічної сталі. На внутрішній циліндричній поверхні сердечника статора є пази, розташовані паралельно осі двигуна. У ці пази укладається обмотка, до якої підводиться трифазна напруга. У найпростішому випадку обмотка статора складається із трьох секцій, зрушених у просторі відносно одна одної на 120° . Початки й кінці обмоток статора трифазного асинхронного двигуна виводяться на щиток корпусу.

Сердечник ротору, призначений для збільшення обертаючого моменту, також набирають із ізольованих сталевих пластин. Алюміній у гарячому стані заливають у пази сердечника під тиском. Кожна пара діаметрально протилежних стрижнів зі сполучними кільцями являє собою рамку, тобто короткозамкнений виток. Тому такий ротор називається короткозамкненим.

Таким чином, якщо здатне обертатися навколо осі «біляче колесо» помістити в обертове магнітне поле, то за законом електромагнітної індукції в його стрижнях виникнуть ЕРС, а в короткозамкнених витках - струми, які, взаємодіючи згідно із законом Ампера з обертовим магнітним полем, створять обертаючий момент і приведуть «біляче колесо» в асинхронне обертання в ту ж сторону, що й поле.

Позначивши буквою p число пар полюсів, ми можемо зробити висновок, що кут, описаний вектором магнітної індукції за час одного періоду зміни струму, рівний однієї p - й частини окружності статора й, отже, швидкість обертання магнітного поля n_1 обернено пропорційна числу пар полюсів:

$$n_1 = \frac{60f}{p} \text{ (об/хв.)}, \text{ де } f - \text{ частота змінного струму в Гц, а коефіцієнт 60 з'явився}$$

через те, що n_1 прийнято вимірювати в обертах у хвилину.

Позначимо швидкість обертання ротора n_2 . Тоді величина $n_1 - n_2$, яка називається *швидкістю ковзання*, являє собою відносну швидкість магнітного поля й ротора, а ступінь відставання ротора від магнітного поля, виражена в %, називається *ковзанням* s :

$$s = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \cdot 100\% .$$

Ковзання асинхронного двигуна при номінальній навантаженні звичайно становить 3-7 %.

4. Асинхронний двигун із фазним ротором.

Найпростішим способом пуску асинхронних двигунів є пряме включення їх у мережу. Однак при цьому в момент пуску, коли ротор ще нерухомий ($s = 1$), частота перетинання обмоток ротора магнітним полем, що обертається, найбільша, і в обмотках ротору індуються найбільші ЕРС, відповідно виникає великий пусковий струм. Цей струм значно (в 4-7 разів) перевищує номінальний.

Бажаючи поліпшити пускові характеристики асинхронного двигуна, М. О. Доливо-Добровольський розробив двигун з фазним ротором. Асинхронний двигун з фазним ротором має звичайний для асинхронних двигунів статор із трифазною мережною обмоткою, але на поверхні ротора також перебуває трифазна обмотка. *Три фазні обмотки ротора з'єднуються на самому роторі зіркою, а вільні кінці - із трьома ізолюваними друг від друга контактними кільцями, укріпленими на валу машини й ізолюваними від нього.* Тому асинхронний двигун з фазним ротором називають також *асинхронним двигуном з контактними кільцями.*

Контактні кільця стикаються із щітками, установленими в нерухливих щіткотримачах. Через кільця й щітки обмотка ротора замикається на пусковий трифазний реостат, який змінює активний опір обмотки ротора в момент пуску. Обмотка статора такого двигуна включається безпосередньо в трифазну мережу. Після розгону ротора пусковий реостат вимикається й обмотка закорочується за допомогою спеціального відцентрового автоматичного замикача.

Пусковий струм двигуна з фазним ротором перевищує номінальний усього в 1,5-2 рази.