**Лекція 6 від 18.03.2021р. АТ-27**

## 11.7.Синусно-косинусний обертовий трансформатор. Лінійний обертовий трансформатор

Обертовий (поворотний) трансформатор – це асинхронна мікромашина з фазним ротором, призначена для перетворення кута повороту ротора (або його функції) в напругу виходу.

Як на статорі, так і на роторі розміщено по дві обмотки, зсунуті в просторі відносно одна одної на 90°. Одну з обмоток статора *w*з називають обмоткою збудження, а другу *w*к *-* компенсаційною (або квадратурною); відповідно обмотки ротора називають синусною *w*s і косинусною *w*c.

Принципову схему обертового трансформатора наведено на рис. 11.13.



Рис. 11.13. Принципова схема обертового трансформатора

Трансформатор може працювати в режимі повороту ротора на певний кут *α* і в режимі безперервного обертання, коли обмотки для зменшення числа ковзних контактів міняють місцями: на роторі розміщують обмотки збудження та компенсаційну, на статорі – синусну і косинусну.

Якщо підключити обмотку збудження *w*з до мережі змінного струму, поздовжній потік індукуватиме в обмотках ротора ЕРС, що змінюється з частотою мережі та з діючим значенням, що залежить від положення обмоток відносно поздовжньої осі (від положення ротора відносно статора).

Максимальна величина потоку, зчепленого з обмоткою, вісь якої збігається з поздовжньою віссю машини,



де *l –* активна довжина провідника, розміщеного в основному магнітному потоці; *τ* – полюсна поділка (довжина дуги, що відповідає одному полюсу); *х –* відстань від осі обмотки.

В тому разі, коли вісь обмотки відхилена на кут *α=π х/τ*, максимальна величина потоку, зчепленого з обмоткою, дорівнює:



Отже, в обмотці ротора, вісь якої збігається з поздовжньою віссю, індукуватиметься ЕРС



а в обмотці, вісь якої відхилена на кут *α*, ЕРС



Оскільки обмоткою, вісь якої завжди збігається з поздовжньою віссю, є косинусна обмотка, то



Синусна обмотка ротора *w*s зсунута відносно косинусної обмотки ротора *w*c на кут *π*/*2,* тому вихідна ЕРС синусної обмотки



Якщо виконуються рівняння *w*c=*w*s і *k*oc=*k*os, то

 

Отже, в обмотках ротора індукуються ЕРС, пропорційні до синуса кута повороту ротора відносно осі обмотки збудження, ввімкненої в мережу.

Компенсаційна обмотка *w*к використовується для компенсації поперечних потоків, які створюються обмотками ротора за рахунок струмів навантаження, що протікають по них і порушують тригонометричні залежності напруги виходу від кута повороту, тобто спричинюють появу певних похибок.

Зменшення поперечного потоку досягається замиканням компенсаційної обмотки накоротко (або на невеликий опір *z*к). Оскільки у цьому разі компенсаційна обмотка являє собою замкнену накоротко відносно поперечного потоку вторинну обмотку трансформатора (рис. 11.14, а), то результуюча МРС поперечного поля буде значно меншою, а отже, зменшиться і похибка.

Зменшення похибок обертового трансформатора компенсацією поперечного потоку ротора називають симетруванням трансформатора.



Рис. 11.14. Схеми симетрування для обертового
трансформатора: а – первинного; б – вторинного

Розглянутий випадок симетрування з боку статора є первинним. Крім того, застосовується і вторинне симетрування з боку ротора (рис. 11.14, б), при якому повна компенсація досягається тоді, коли результуючі (повні) опори обох фаз ротора дорівнюють один одному.

Перевага первинного симетрування – незалежність його від зміни навантаження, а вторинного – незалежність від кута повороту. Тому на практиці звичайно застосовують одночасно первинне та вторинне симетрування, завдяки чому вдається звести похибку до мінімуму.

Змінюючи схеми симетрування синусно-косинусного обертового трансформатора, можна отримати так званий лінійний поворотний трансформатор, в якому вихідна напруга *U*вих є лінійною функцію *α* (рис. 11.15).

Зображені на рис. 11.15 схеми дають змогу отримати залежність виду



яка при *k*=0,52...0,56 має відхилення від лінійної функції порядку 0,1 %, коли кут *α* змінюється від –55° до +55°.

На рис. 11.15, а показано схему первинного симетрування і послідовного з'єднання косинусної обмотки з обмоткою збудження. Напруга на виході *U*вих=*f*(*α*) знімається з синусної обмотки.



Рис. 11.15. Схеми симетрування для лінійного поворотного
трансформатора: а – первинного; б – вторинного

В схемі на рис. 11.15, б косинусна обмотка використовується для вторинного симетрування, а вихідна напруга знімається з послідовно з'єднаних синусної та компенсаційної обмоток.

Точність обертових трансформаторів в основному визначається ретельністю виготовлення. Залежно від допустимих максимальних похибок вони поділяються на чотири класи: 0, 1, 2, 3. Номер класу (за винятком 0) показує максимальну помилку в десятих частках процента (1 – 0,1%, 2 – 0,2%, 3 – 0,3%). Максимально допустима помилка для нульового класу дорівнює 0,05%.

Проте зазначені точності можна отримати лише в разі використання схем, які забезпечують сталість вихідного опору (схеми з вторинним симетруванням), а також стабілізації напруги і частоти живлення і застосування термокомпенсації.