**Практичне заняття 11. Розрахунок механічних характери­стик синхронних електроприводів змінного струму.**

***Задача 11.1.***

Трифазний синхронний двигун, має такі номінальні пара-метри:  лінійна напруга статора  ККД  коефіцієнт потужності  частота обертання *nном* = 500 об/хв., струм збудження  частота  схема з’єднання обмотки статора – «зірка», перевантажувальна здатність *KM* = 2,1*.*

Розрахувати параметри двигуна у номінальному режимі, а також при зменшенні обертального моменту у два рази, побудувати векторну діаграму, розрахувати та побудувати *V*-подібні характеристики двигуна для номінального режиму роботи.

***Розв’язання***

При з’єднанні обмотки статора за схемою «зірка» номінальні лінійна і фазна напруги двигуна пов’язані співвідношенням



Споживана потужність з мережі та її втрати





Фазний (лінійний) струми в обмотці статора дорівнюють:



Визначаємо фазовий зсув між напругами та струмами



Співвідношення електричних величин проілюструємо спрощеною векторною діаграмою. Масштаби напруг та струму: *mu* = 500 В/см; *mі* = 20 А/см.

|  |  |
| --- | --- |
| Кількість пар полюсів    Кутова швидкість обертан-ня ротора    Номінальний обертальний момент    Максимальний момент та номінальний кут навантаження | Рис.11.1. Векторні діаграми для синхронного двигуна для номінального режиму роботи. |

Максимальний момент та номінальний кут навантаження





Пояснимо порядок побудови діаграми. У масштабі проводимо вектор фазної напруги  Відносно нього під кутом φном вектор струму  і під кутом  вектор ЕРС 

Вектор реактивного спаду напруги  стикується з вектором  і проводиться перпендикулярно до вектора  Довжини векторів та  обмежені їх перетином.

З діаграми очевидно, що  де кут 

Звідси



З трикутника *UфS*, Δ*UрS*, *Е* за теоремою косинусів розрахуємо реактивний спад напруги Δ*UрS*



Визначаємо синхронний індуктивний опір двигуна



Розрахуємо параметри синхронного двигуна при зменшенні обертального моменту в два рази.

Новий кут навантаження



Напруга не змінюються, а їх вектори  та  зсунуті на новій діаграмі на кут  Вектор реактивного спаду напруги

 з'єднує їх кінці відповідно до рівняння рівноваги напруг  а діюче значення визначається за формулою



Фазний струм обмотки статора відповідно до співвідношення  складає



|  |  |
| --- | --- |
| На рис.11.2. цей вектор струму  проведений перпен-дикулярно до вектора  З діаграми вимірюванням або розрахунками отримаємо фазовий зсув між напругою  та струмом  Корисна потужність дви-гуна на його валу    Споживана електрична потужність | Рис.11.2. Векторні діаграми для синхронного двигуна при зменшенні обертального моменту у два рази. |

Розрахуємо *V*-подібні характеристики двигуна. Це залежність струму обмотки статора від струму збудження *IS* = *f* (*Iзб*) при певній електричній потужності *Р*, а також при незмінних частоті обертання *n* та напрузі *US* = 3460 B.

Якщо взяти низку значень потужності *Р*, то можна отримати сімейство *V*-подібних характеристик. Задаємось струмом збудження *Ізб* і вважаючи заданими деяке значення потужності *Р* та фазну напругу *UфS.*

Приймемо, що характеристика неробочого ходу двигуна є лінійною (магнітна система ненасичена). Тоді при постійному струмі збудження *Ізб* = *const* ЕРС обмотки статора дорівнює:



Визначимо кут навантаження:



З трикутника *UфS*, Δ*UрS*, *Е* за теоремою косинусів розрахуємо реактивний спад напруги Δ*UрS*



Ілюстрацію проведених числових розрахунків подамо для номінального режиму роботи двигуна при електричній потужності *Р = Р*1*ном* = 847 кВт і трьох значеннях струму збудження *Iзб =* 0,75*·Iзбном* = 0,75*·*285 = 214 *А*, *Iзб = Iзбном* = 285 *А*, *Iзб =* 1,25*·Iзбном* = 1,25*·*285 = 356 *А.*

Дані розрахунків наведені в табл.11.1. Тут видно, що *Р = const* повинносправджуватись співвідношення  а також  тому зі зміною струму збудження *Ізб* кінці векторів  та  ковзають по пунктирних лініях. Для детальної побудови *V*-подібних характеристик розрахунки проведено аналогічно до табл.11.1. для таких значень електричної потужності

*Р* = 0 кВт, *Р =* 282,5 кВт, *Р =* 565 кВт, *Р = Р*1*ном* = 847 кВт, *Р* = 1130 кВт при різних струмах збудження.

Отримані характеристики зображені на рис.11.4.

Табл.11.1. До побудови *V*-подібних характеристик двигуна

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Iзб*, А | 214 | 285 | 356 |
| *ЕS*0, B | 2340 | 3120 | 3900 |
| Θ, град. | -39O | -28O | -22O |
| Δ*UрS*, B | 2220 | 1650 | 1490 |
| *IS*, А | 122 | 90,6 | 82 |
| φ, град. | 48O | 26O | -6O |

|  |  |
| --- | --- |
| На рис.11.4. струми статора та збудження суттєво перевищують номі-нальні значення, що дало можливість по-вною мірою відо-бразити характерис-тики. Реально ж об-ласть роботи син-хронного двигуна обмежена заштрихо-ваним трикутником.  Обрив кривих в області малих зна-чень струму збудже-ння свідчить про досягення межі стій-кості (кут наванта-ження θ = -90О). | Рис.11.3. Зміни векторної діаграми синхронного двигуна при зміні струму збудження. |



Рис.11.4. *V*-подібні характеристики синхронного двигуна.