

ПРО РЕАКТИВНУ ПОТУЖНІСТЬ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ ПРИ ТИРИСТОРНОМУ КЕРУВАННІ

Куцин В.О.

Науковий керівник – Ковальова Ю.В., канд. техн. наук, ст. викладач

Для регулювання швидкості асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором використовують тиристорні регулятори напруги, які регулюють величину першої гармоніки мережної напруги.

При синусоїдному живленні реактивною потужністю асинхронних двигунів називають добуток фазних напруги, струму та синусу кута зсуву між ними. Проведемо аналіз щодо функціональної залежності між реактивною потужністю і кутом фазового зсуву з точки зору причинно-наслідкових зв'язків між ними. Величина фазового зсуву струму залежить від індуктивності котушки і, отже, від величини реактивної потужності. Реактивна потужність є аргумент, а кут зсуву струму є функція. Визначення поняття «реактивна потужність» через формулу для її обчислення не є однозначним, оскільки існує три її значення: миттєва, максимальна і діюча, це по-перше. По-друге, наявність кута зсуву струму від напруги є необхідною, але не достатньою ознакою споживання реактивної потужності, оскільки кут зсуву струму відносно напруги може бути спричинений роботою тиристорного перетворювача напруги, і не пов'язаний з індуктивністю котушки. Отже, виникає задача сформулювати поняття «реактивна потужність» для асинхронних двигунів з тиристорним керуванням та визначити методику для її розрахунку.

Згідно аксіом термінології у визначенні понять, які відображають явища, повинні бути обов'язково вказані характерні ознаки притаманні лише цим явищам. Використання математичних формул у якості визначення понять не відображає характерні ознаки явища. Необхідною і достатньою ознакою реактивної потужності є факт її повернення до джерела напруги. Виходячи з цього, реактивна потужність асинхронного двигуна це складова повної потужності, яка послідовно перетворюється в потужність магнітного поля в обмотках при зростанні струму, далі в потужність електричного поля при спаданні струму і повертається в електромережу у формі реактивного струму. Таке визначення реактивної потужності відповідає і для синусоїдних і для несинусоїдних режимів роботи асинхронного двигуна. Для несинусоїдних режимів існує декілька теорій реактивної потужності. Теорія Будеану визначає амплітудне або діюче значення реактивної потужності аналогічно для синусоїдних режимів $Q = \sum Q_i = \sum U_i I_i \sin \varphi_i$, де U_i та I_i – діючі або амплітудні значення напруги і струму i -тих гармонік,

φ_i – кут зсуву фаз між струмом та напругою i -ї гармоніки. Активна потужність дорівнює сумі активних потужностей i -тих гармонік $P = \sum U_i I_i \cos \varphi_i$. Повна потужність визначається за формулою $S = UI$, де U, I – діючі значення несинусоїдних напруги і струму.

Теорія Будаєну ґрунтується на методі Фур'є та відповідає принципу суперпозиції з теорії електричних кіл для окремих гармонік напруги і струму. Проте представляти несинусоїдну реактивну потужність через суму добутків гармонічних складових двох інших несинусоїдних величин метод Фур'є не передбачає і тому з'являється нерівність: сума квадратів діючих значень активної і реактивної потужностей не дорівнює квадрату діючого значення повної потужності, тобто $S^2 > Q^2 + P^2$. Для виходу з такої ситуації Будаєну вводить поняття потужності спотворення і тоді повна потужність має не дві, як при синусоїдних режимах, а три складові: активну, реактивну і потужність спотворення $S = \sqrt{P^2 + Q^2 + D^2}$. Метод розрахунку на основі теорії Будаєну можна використовувати, але необхідно знати похибку при розрахунку, яка дорівнює потужності спотворення.

Теорія Фризе ґрунтується на понятті «пасивний струм» (в нашому розумінні це реактивний струм) i_p , який за визначенням Фризе є складова повного струму i_n . Після компенсації реактивного струму споживання струму від джерела зменшується. Тобто, після компенсації реактивний струм не повертається до джерела і графік активного струму i_a співпадає з графіком напруги. Миттєві значення повного струму дорівнює $i_n = i_a + i_p$. Далі через формули потужності, діючих значень струму і напруги виводяться класичні вирази $I_n^2 = I_a^2 + I_p^2$, де I_a, I_p – діючі значення активної і реактивної складових несинусоїдного струму. Відзначимо, що ця формула відповідає закону збереження електроенергії, оскільки теплова потужність пропорційна квадрату струму, тоді тепло, створене повним несинусоїдним струмом дорівнює сумі тепла від його складових.

1. Герасимьяк, Р. П., Асинхронный электропривод с тиристорным управлением / Р. П. Герасимьяк, В. А. Лещев, Н. С. Путилин. – К. : Техника, 1984. –150 с.

Виноградов, А. А. Анализ потребления реактивной мощности в электрических сетях 0,4-10кВ / А.А.Виноградов // Світлотехніка та електроенергетика. – ХНАМГ; 2007.– № 3-4. С. 50-53.