

УДК 621.318.1

Долинний І.В.

студ. гр. Е-913м НУ «Запорізька політехніка»

МАТЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ В СИСТЕМІ ПУСКУ СИНХРОННОГО ДВИГУНА

Математичний аналіз процесів в системі пуску синхронного електричного двигуна в загальному випадку дуже складне завдання, обумовлене зміною електромагнітного стану двигуна в широкому діапазоні.

Істотного спрощення математичної моделі можна досягти за рахунок перетворення змінних і систем відносних одиниць.

Найчастіше синхронні машини моделюються на основі рівнянь, записаних в осях, нерухомих щодо ротора даної машини. Перетворенню підлягають струми, напруги і потокощеплення статора. Тобто система диференціальних рівнянь в прямокутній, жорстко пов'язаній з ротором координатній системі осей $\langle d, q, 0 \rangle$. Рівняння переходу до ортогональної системи координат мають вигляд аналогічний рівнянням асинхронного двигуна, замінюючи (кут між віссю і струмом) на γ :

$$\begin{cases} id = \frac{3}{2} \left[iA \cdot \cos \gamma + iB \cdot \cos \left(\gamma - \frac{2\pi}{3} \right) \cdot \cos \left(\gamma + \frac{2\pi}{3} \right) \right] \\ iq = \frac{3}{2} \left[iA \cdot \sin \gamma + iB \cdot \sin \left(\gamma - \frac{2\pi}{3} \right) \cdot \sin \left(\gamma + \frac{2\pi}{3} \right) \right] \end{cases}$$

Для явнополюсного трифазного синхронного двигуна обмотка якоря якого розміщується на статорі, основне поле створюється обмоткою збудження, розташованою на роторі. Магнітопровід машини має дві вісі симетрії - повздовжню і поперечну. Ротор машини містить демпферну (пускову) обмотку.

Врахувати всі чинники при аналізі процесів, що відбуваються в СД, можна за допомогою складних систем рівнянь та рішень аналіз яких викликає істотні труднощі. В такому випадку доцільно прийняти деякі ідеальні умови, при яких можна простіше розглянути процеси, що відбуваються в двигуні, без істотного спотворення загальної картини явищ.

Основні допущення, що відносяться до розподілу полів і характеру процесів в машині:

1. Магнітне поле в повітряному зазорі. Тривимірне магнітне поле в повітряному зазорі розглядається як плоскопаралельне. Замінити реальне поле розрахунковим можна, виходячи з того, що електрорушійна сила (ЕРС) будь-якого провідника якоря і електромагнітне зусилля, що діє на провідник, визначаються тільки інтегральним значенням поля уздовж провідника машини.

2. Магнітне поле обмотки збудження. Якір машини приймається гладким. При дослідженні враховується спотворення поля, обумовлене зубцями якоря. Крива поля вважається синусоїдальною. Магнітна вісь обмотки збудження співпадає з подовжньою віссю машини.

3. Магнітне поле обмотки статора. Магнітні осі фазних обмоток зрушені щодо одна одної на 120°. Магнітна провідність змінюється уздовж кола внаслідок змінного зазору з періодом 180°. Полями вищих просторових гармонійних складових, обумовлених основною гармонійною намагнічуючою силою можна знехтувати, оскільки вони дають невеликі потокощеплення. У синхронних машинах нормального виконання обмоткові коефіцієнти ряду вищих гармонійних намагнічуючих сил малі. Тому можна нехтувати асинхронними моментами, які створюють вищі просторові гармонійні поля. Магнітне поле, створене струмами обмоток статора, розподілене в повітряному зазорі уздовж кола статора і змінюється по синусоїдальному закону з періодом, рівним подвійному полюсному діленню.

4. Магнітне поле демпферних контурів. Розподіл контурів в стрижнях демпферної обмотки реальної машини має складний характер. У машині, що ідеалізується, розподіл струмів в демпферній обмотці в повітряному зазорі приймається ідеальним.

5. Вплив вихрових струмів і гістерезису не враховується.

6. Вплив насичення сталі також не враховується.

Дані умови, хоча і вважаються ідеальними, не викликають значні відхилення від реальності. В реальних умовах синхронний двигун працює зазвичай на вигині характеристики неробочого ходу, і насичення сталі невелике. Спеціальна форма полюсного наконечника в явнopolюсній машині робить форму поля практично синусоїдальною, тобто відхилення від синусоїдальної форми згідно нормам не перевищує 5%. Фази обмотки мають рівні параметри.