

РІВНЯННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ АСИНХРОННИМ ДВИГУНОМ

Ковальов В.М., Швець А.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Асинхронний двигун перетворює електроенергію в реактивну, теплову і механічну потужність, але у відомій літературі відсутнє теоретичне обґрунтування цього факту. В результаті проведених досліджень отримане рівняння балансу потужності двигуна $R_s I_s^2 + jX_{so} I_s^2 + jX_{s\sigma} I_s^2 = R_r I_r^2 + jX_{r\sigma} I_r^2 + M\omega_r$, де $R_s, R_r, X_{s\sigma}, X_{r\sigma}$ – активні та індуктивні опори розсіювання обмоток статора і ротора, X_{so} – індуктивний опір намагнічування, I_s, I_r – діючі значення струму статора і ротора, M, ω_r – електромагнітний момент і кутова швидкість ротора.

Рівняння відповідає закону збереження електроенергії, тобто, ліва частина це повна потужність статора, що споживається з електричної мережі. Права частина це повна потужність ротора, яка дорівнює активній потужності, реактивній потужності розсіювання і механічній потужності.

Покажемо процес отримання виразу для механічної потужності. Обмотка ротора є сукупність електричних контурів з площею, яка дорівнює повздовжньому перерізу магнітного осердя ротора по осі обертання $S_p = D_p \cdot L_p$, де D_p, L_p – діаметр і довжина магнітного осердя. Згідно закону Фарадея у кожному контурі, який перетинається рухомим вектором магнітної індукції статора з кутовою швидкістю ω_s обертального поля індукується електрорушійна сила (ЕРС) пропорційна площі контуру та частоті його перетинання магнітним полем $(\omega_s - \omega_r)$, де ω_r – кутова механічна швидкість ротора. У моменти часу, коли площа контуру перпендикулярна рухомому вектору магнітної індукції статора діюче значення ЕРС ротора дорівнює $E_r = C_p B_s S_p (\omega_s - \omega_r)$, де C_p – конструктивний коефіцієнт ротора пропорційний кількості пазів ротора та кількості провідників в пазах. При замкненій обмотці ротора рівняння електричної рівноваги після відповідних перетворень має вигляд $C_p S_p B_s \omega_s = R_r I_r + jX_{r\sigma} I_r + C_p S_p B_s \omega_r$.

Зазначимо, що вираз $C_p S_p B_s \omega_s = E_{r0}$ є ЕРС ротора при його нульовій швидкості. Після її перемноження на спряжений комплекс струму отримаємо рівняння балансу потужності ротора $E_{r0} I_r = R_r I_r^2 + jX_{r\sigma} I_r^2 + C_p S_p B_s I_r \omega_r$. Покажемо, що третій член рівняння є механічна потужність на валу, тобто, $P_p = M\omega_r$. Виразимо площу електричних контурів ротора через радіус R_p та довжину L_p , тобто, $S_p = 2R_p \cdot L_p$. Тоді вираз $C_p S_p B_s I_r = 2C_p R_p B_s L_p I_r = 2C_p R_p F = M$ є крутий момент ротора з урахуванням закону Ампера, згідно якого сила, що діє на один провідник електричного контуру дорівнює $F = B_s L_p I_r$.

Таким чином, отримала подальший розвиток теорія асинхронних машин, а саме, електромагнітний момент двигуна отриманий на основі закону Ампера.