

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЕ СНИЖЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ ПИТАНИЯ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ НА ЕГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Титов Р. Г., студент; Пеньков О. В., старший преподаватель.

(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)

В различных отраслях промышленности технический прогресс связан с непрерывно усложняющейся технологией производства. Возрастает объем производства за счет повышения энерговооруженности применяемых производственных механизмов. Подавляющее большинство производственных машин оснащается различными видами регулируемых и нерегулируемых приводов. Электродвигатели являются обязательным элементом любого электропривода. На привод возлагается задача сложных линейных и угловых перемещений рабочих органов механизмов. Процесс реализации этих перемещений связан с различными динамическими режимами работы, которые напрямую определяют потребление энергии [1].

Так как область применения асинхронных машин расширяется и увеличивается разнообразие допустимых режимов их работы, то постоянно возрастает требование дополнительных теоретических обобщений, уточнение методов расчета и учета всевозможных электромагнитных явлений в машине. На стадии проектирования возникает необходимость варьировать различные параметры асинхронных машин, оценивать каждый раз энергетические характеристики, прогнозировать переходные и тепловые процессы, экономичность изготовления .

На предприятиях горнодобывающего комплекса для привода различных механизмов используется нерегулируемый электропривод на базе асинхронного короткозамкнутого двигателя. В большинстве случаев пуск двигателя осуществляется прямым его подключением к питающей сети. Подача на обмотки статора полного напряжения сопровождается значительным потреблением электрической энергии и сокращением срока службы двигателя. Потребляемый при этом асинхронным двигателем реактивный ток остается практически постоянным при различной нагрузке и постоянстве питающего напряжения. На рис. 1 приведена зависимость $\cos\varphi=f(K_H)$ для двигателя 4А160М4У3. Коэффициент мощности изменяется в пределах от 0.1 до 0.88 в зависимости от нагрузочного момента.

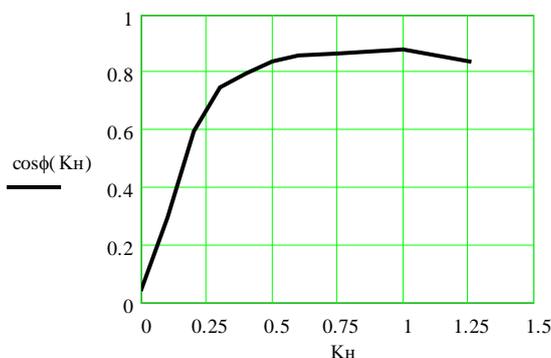


Рисунок 1- Зависимость $\cos\varphi=f(K_H)$ для двигателя 4А160М4У3

Расчеты показывают, что в режимах близких к холостому ходу, реактивная мощность может достигать до $0.85 P_{2н}$. Одним из способов, применяемых на практике для ограничения расхода электрической энергии и улучшения энергетических показателей, является снижение величины питающего напряжения (переключение обмоток с соединения Δ на соединение Y , автотрансформаторный пуск).

Полную потребляемую при пуске двигателем из сети мощность в общем случае можно представить следующим соотношением [2]:

$$S = \sqrt{(P_2 + \Sigma p)^2 + (Q_2 + Q_p)^2}, \quad (1)$$

где P_2 и Σp – полезная механическая мощность на валу и суммарные потери мощности, Q_2 и Q_p – реактивные мощности основного магнитного поля и магнитных полей рассеивания.

На основании электромагнитных параметров схемы замещения асинхронной машины преобразуем соотношение (1) следующим образом:

$$S = \sqrt{[P_2 + \Sigma p]^2 + \left(\frac{3U_1^2}{X_\mu(I_\mu)} + 3I_2'^2(X_1(f_1) + X_2'(f_2)) \right)^2}, \quad (2)$$

где U_1 – напряжение на статорных обмотках; I_2' – приведенный ток ротора; $X_1(f_1)$ и $X_2'(f_2)$ – индуктивные сопротивления обмоток статора и ротора; $X_\mu(I_\mu)$ – ток и реактивное сопротивление контура намагничивания.

Допущение о постоянстве параметров, используемое часто при моделировании асинхронных машин, значительно упрощает исследование, однако в некоторых случаях может привести к неверным результатам. Электромагнитные параметры асинхронного двигателя зависят от насыщения магнитной цепи и частоты питающего напряжения, изменяются за счет нагрева и эффекта вытеснения тока, что иллюстрирует соотношение (2).

Из выражения (2) следует, что за счет снижения подводимого к двигателю напряжения можно влиять на уровень потребляемой двигателем реактивной мощности и тем самым на значение $\cos\varphi$. Уменьшение напряжения приводит к уменьшению тока намагничивания и соответственно главного магнитного потока двигателя. Но при этом значительно увеличиваются токи в обмотках статора и ротора двигателя, что вызывает повышение потребления реактивной мощности Q_p . Следовательно, снижение напряжения можно проводить только при снижении момента сопротивления на валу двигателя или режима близкого к холостому ходу.

Изменение реактивной мощности в зависимости от коэффициента нагрузки двигателя $Q=f(K_n)$ приведенные на рис.2. В качестве исследуемого асинхронного двигателя выбран двигатель 4А160М4У3 с номинальными каталожными данными: $P_{2н} = 18.5$ кВт, $I_{1н} = 55.3/31.9$ А, $\eta_n = 0.893$, $\cos\varphi_n = 0.88$, $U_{1н} = 220/380$, Δ/Y . Расчетные кривые $Q=f(K_n)$ были получены с учетом насыщения магнитной цепи статора $Q1=f(K_n)$ и без учета насыщения $Q=f(K_n)$.

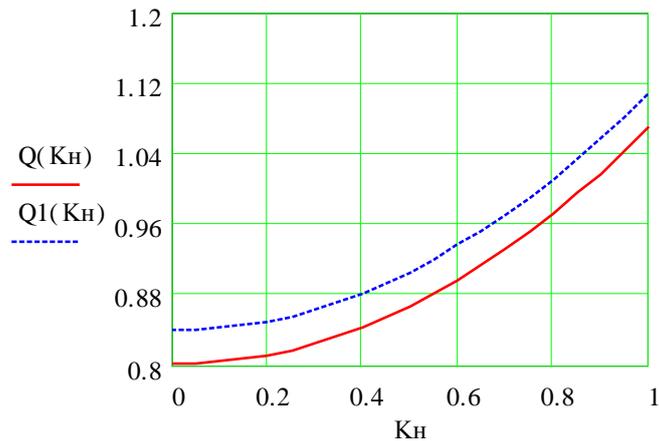


Рисунок 2 – Расчетные зависимости $Q=f(K_n)$

Зависимости реактивной мощности $Q=f(\gamma)$ асинхронного двигателя от величины питающего обмотки статора напряжения в диапазоне $(0.6-1)U_n$ при фиксированном моменте нагрузки приведены на рис. 3.



Рисунок 3 – Расчетные зависимости $Q=f(\gamma)$ при $K_n=1$, $K_n=0.5$, $K_n=0.1$

Из анализа графических зависимостей, представленных на рис.2 и рис.3, следует, что потери реактивной мощности в асинхронном двигателе могут быть снижены. Следовательно, изменятся η и $\cos\phi$. Снижение напряжения в желательном диапазоне $(0.75-0.96)U_n$ при коэффициенте нагрузки $K_n < 0.8$. В режимах работы близких к холостому ходу $K_n < 0.1$ питание статорных цепей должно осуществляться пониженным напряжением.

Перечень ссылок

- 1.Пивняк Г. Г. Электрификация стационарных установок шахт: справочное пособие – М.: Недра, 1990.- 400 с.
- 2.Бычков М. Г. Новые направления развития регулируемых ЭП - Приводная техника, 1997. № 5