

ВЛИЯНИЕ НА РОТОРНОТО СЪПРОТИВЛЕНИЕ ПРИ ПУСКАНЕ НА АСИНХРОНЕН ДВИГАТЕЛ ЗАХРАНВАН ОТ ИНВЕРТОР НА НАПРЕЖЕНИЕ

Ромео Александров, Теодора Христова

Минно-Геоложки Университет "Св. Иван Рилски" – София 1700 България

РЕЗЮМЕ. Точността на оценка на пусковия момент при асинхронните двигатели зависи от точността на използваните параметри в алгоритмите. Изследвано е влиянието на съпротивлението на ротора като параметър при оценка на пусковия момент в установен режим чрез аналитични зависимости.

INFLUENCE OF ROTOR RESISTANCE IN INDUCTION MOTOR STARTING POWERED BY VOLTAGE SOURCE INVERTER

Romeo Alexandrov, Teodora Hristova

University of Mining and Geology "st. Ivan Rilski" – Sofia 1700 Bulgaria

ABSTRACT. The accuracy of starting torque estimation algorithms for induction machine depends on the accuracy of the machine parameters used in the algorithm. This paper explores the influence of rotor resistance parameter on estimated starting torque analytically of the algorithm at steady state.

Въведение

Целта на изследването е да се покаже влиянието на роторното съпротивление върху пусковия момент на асинхронния двигател, захранван от честотен преобразувател. На базата на "Г"-образната заместваща схема на асинхронен двигател (Ангелов, Димитров, 1976) и (Ключев 1989) може да се даде зависимостта на предаваната активна електромагнитна мощност през въздушната междина към ротора на двигателя. Параметрите в заместващата схема са с въведен корекционен коефициент.

$$P_{12} = \frac{3U_1^2 r_2'}{(r_1 + r_2'/s)^2 + x_k^2} \quad (1)$$

където: $x_k = x_1 + x_2'$ - индуктивно фазно съпротивление на двигателя,
 U_1 - захранващо напрежение,
 r_1 - статорно съпротивление,
 r_2' - приведено роторно съпротивление,
 s - хлъзгане.

Електромагнитният момент на двигателя зависи от мощността и от скоростта на въртящото магнитно поле.

$$M = \frac{P_{12}}{\omega_0} \quad (2)$$

където: $\omega_0 = \frac{2\pi f_1}{p}$, ъглова честота на въртене на магнитното поле (скорост на въртящото магнитно поле).
 f_1 - честота на захранващото напрежение,
 p - чифтове полюси.

Като заместим (1) в (2) се получава израза на електромагнитният момент като функция от параметрите на двигателя (Ключев 1989).

$$M = \frac{3U_1^2 r_2' \omega_0 s}{(r_1 + r_2'/s)^2 + x_k^2} \quad (3)$$

Пусков момент на асинхронен двигател при управление с константно отношение между напрежението и честотата.

При управление с широко разпространения метод $U/f = \text{const}$, може да се въведе коефициент k , равен на отношението $U_1/U_{1n} = k$ и $f_1/f_{1n} = k$. Трябва да се има предвид, че при пускане стойностите на x_k се различават от тези при номинален режим на работа на асинхронния двигател.

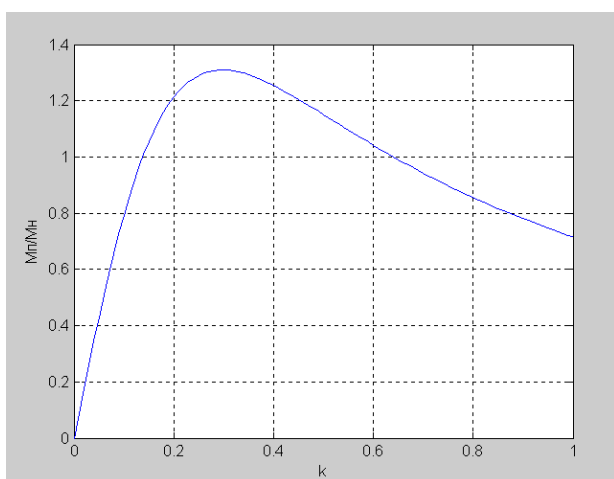
$$U_1 = kU_{1n}, \quad f_1 = kf_{1n} \quad \text{и} \quad x_k = x_{kn} k. \quad (4)$$

Като се замести (4) в (3) при $s=1$ се получава израза за пусковия момент във функцията от k .

$$M_n = \frac{\frac{3pU_{1H}^2 r_2'}{2\pi f_{1H}} k}{r_k^2 + x_{KH}^2 k^2} \quad (5)$$

При изменение на k от $0 \div 1$ функцията има максимум, който се намира при диференциране на M_n спрямо k , приравнено на 0.

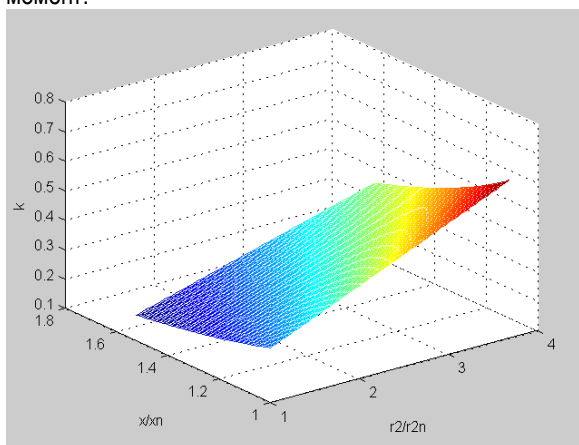
$$r_k^2 - k^2 x_{KH}^2 = 0 \text{ или } k = \frac{r_k}{x_{KH}} = \frac{r_1 + r_2'}{x_{KH}} \quad (6)$$



Фиг.-1.

На фигура 1 е показан пример за изменението на кратността на пусковия момент в зависимост от k , за двигател с късо съединен ротор тип А2-81-8.

От зависимост (6) следва, че роторното съпротивление влияе върху избора на стойността на отношенията U_1/U_{1H} и f_1/f_{1H} , когато целта е постигане на максимален пусков момент.

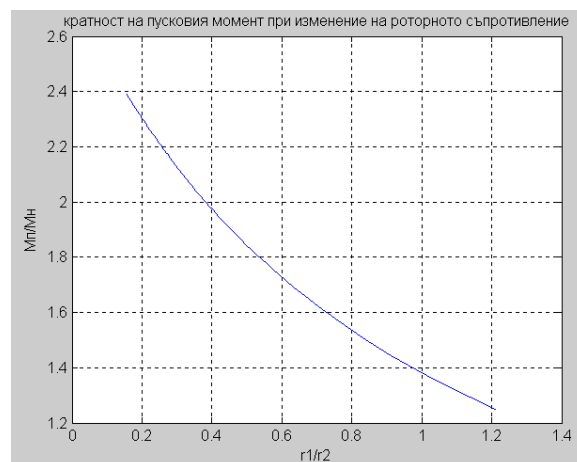


Фиг.-2.

На фигура 2 е показана графика за k при изменение на параметрите x_k и r_2' в относителни единици.

От зависимост (5) и (6) се получава израз за максималния пусков момент при определено съотношение на напрежението и честотата спрямо техните номинални стойности.

$$M_{n_{\max}} = \frac{3pU_{1H}^2}{4\pi f_{1H} x_{KH} \left(\frac{r_1'}{r_2} + 1 \right)} \quad (7)$$



Фиг.-3.

На фигура 3 е показано изменението на кратността на максималния пусков момент при изменение на роторното съпротивление спрямо стараторното съпротивление. Графиката е начертана според зависимост (7). Данните за стойностите на параметрите са взети от (Вешеневский, 1977).

При заместване в (7), параметрите на двигатели с твърди характеристики за M_n/M_{nH} се получават стойности около 1,3. Често такава кратност на пусковия момент не е достатъчна.

Пусков момент на асинхронен двигател при непропорционално отношение между напрежението и честотата.

За да се постигне по-голям пусков момент трябва да се премине към непропорционално намаляване на напрежението спрямо честотата. Нека да въведем един допълнителен коефициент a на изменение на напрежението. Така че:

$$\frac{U_1}{U_n} = ak, \quad \frac{f_1}{f_n} = k,$$

$$x_k = x_n k$$

За M_n и $M_{n_{\max}}$ се получава:

$$M_n = \frac{\frac{3pU_{1H}^2 r_2' a^2}{2\pi f_{1H}} k}{r_k^2 + x_{KH}^2 k^2} \quad (8)$$

$$M_{n_{\max}} = \frac{3pU_{1n}^2 r_2' a^2}{4\pi f_{1n} r_k x_{kn}} \quad (9)$$

В този случай трябва да се държи сметка и за пусковия ток на двигателя. От "Г"-образната заместваща схема на асинхронен двигател (Ангелов, Димитров, 1976) може да се запише:

$$I_{1n} = I_M + I_{2n}'' = aU_{1n} \left(\frac{1}{X_{Mn}} + \frac{1}{\sqrt{2}x_{kn}} \right), \quad (10)$$

където: I_{1n} - пусков ток,

$$I_M = \frac{U_{1n} a k}{X_{Mn} k} \text{ - ток в намагнитващия контур,}$$

$$I_{2n}'' = \frac{U_{1n} a k}{\sqrt{r_k^2 + x_{kn}^2 k^2}} \text{ - ток в главната верига.}$$

Освен чрез пусковия ток допълнителният коефициент a може да се намери при предварително зададен пусков момент или чрез отношението $m_n = \frac{M_n}{M_n}$. От (3) и (9) се извежда:

$$a = \sqrt{2m_n \frac{(r_1 + r_2')x_{kn}}{s_n \left[(r_1 + r_2'/s_n)^2 + x_{kn}^2 \right]}} \quad (11)$$

Препоръчана за публикуване от
Катедра "Автоматизация на минното производство", МЕМФ

За повишаване на пусковия момент при честотно регулируемите задвижвания Вешеневский (1977) дава зависимости при изкуствено поддържане на номинална стойност на намагнитващия ток (отговарящ на номинална честота) за всички честоти независимо от натоварването на двигателя. Дадена е крива на подаваното напрежение към статора на асинхронния двигател при различни честоти.

При използване на коефициента a при определяне на напрежението се получават, подобни на дадените от Вешеневский (1977) стойности. Предимството е, че коефициента a се намира сравнително лесно.

Във връзка с оптимизиране на параметрите на трифазните честотно регулируеми асинхронни двигатели Попов (2000) дава зависимости за пусковия момент изведени от заместващите схеми на Сорокер, но постановката при която се намират M_n и $M_{n_{\max}}$ е различна.

Литература

- Ангелов, А., Д. Димитров 1976, *Електрически машини – част 1*, Техника С., 364-370с.
Вешеневский, С. Н. 1977. *Характеристики двигателей в электроприводе*, Энергия, 301-310с.
Ключев, В. 1989, *Теория не электродвижения*, Техника, С, 147-149
Попов, В.И., 2000, *Оптимизация параметров трехфазных частотно-регулируемых асинхронных двигателей*, *Электротехника*, 3