

ЕНЕРГОСПЕСТЯВАЩИ МЕРКИ ПРИ ПРОДЪЛЖИТЕЛНА РАБОТА НА ПРАЗЕН ХОД НА ПРОИЗВОДСТВЕНИ МЕХАНИЗМИ

Людмил ПОПОВ
lucy6@abv.bg

инж., гл. ас., ВТУ "Г.Каблешков", 1574 София, ул. "Гео Милев" №158
БЪЛГАРИЯ

Резюме: Изложени се метод и устройство за установяване на режим на празен ход на работа на двигателя на производствен механизъм и за изключване на същия с цел да се намалят непроизводителни разходи на електроенергия. Контролират се единствено напрежението и тока в една от фазите на двигателя.

Ключови думи: Автоматичен електрически път, енергиен фактор, натоварване

1. УВОД

В промишлеността съществуват голям брой производствени механизми, при които производствения процес не е непрекъснат, а има дискретен характер. Като пример може да се посочат ексцентър преси в металообработването; потреблението на състен въздух от големи компресори; заваръчни агрегати с генератори на постоянен ток и пр.

В повечето случаи за тези механизми са характерни неизбежни технологични паузи, по време на които задвижващият двигател работи на празен ход.

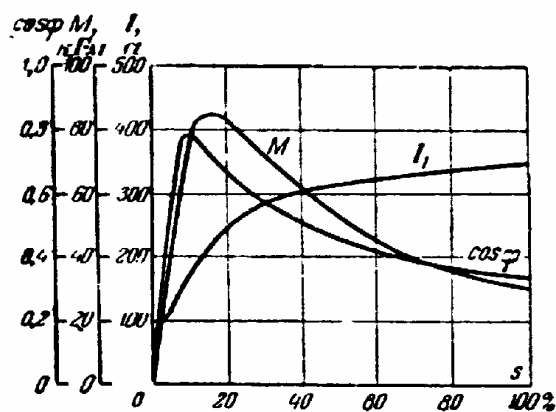
Доколкото преобладаващ тип двигатели за такива механизми са трифазни асинхронни двигатели със средна и с голяма мощност, работата на същите на празен ход е свързана с непроизводителен преразход на електроенергия. Известно е например, че на празен ход заради лошия фактор на мощността консумираният от мрежата ток на такъв двигател е от порядъка на 40 – 50 % от номиналния ток.

При непроизводителен продължителен режим на празен ход разходът на електроенергия многократно може да надвиши разходите, ако се приложи изключване и след това повторно включване

на двигателя. Очевидна е необходимостта от прилагането на метод и устройство, което да установи режима на празен ход и ако продължителността на същия превиши възможната максимална технологична пауза, да изключи двигателя.

2. СЪЩНОСТ НА МЕТОДА

В основата на метода лежат т.н. енергетични характеристики на асинхронния мотор, т.е. зависимостите на момента, тока и фактора на мощността от хлъзгането. Такива характеристики са показани на фиг. 1



Фиг. 1. Характеристики

От вида на характеристиките следва едно в значителна степен пропорционално изменение на фактора на мощността и на момента в диапазона на работните натоварвания – от $M = 0.2 M_N$ до M_N .

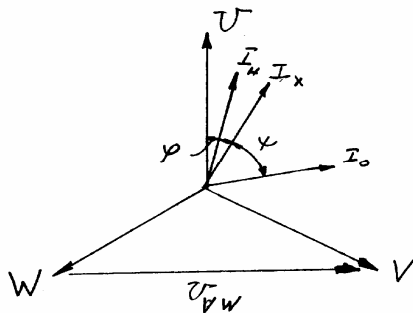
При достатъчно голяма кратност на критичния момент спрямо номиналния, което важи за повечето механизми с изискване за голяма претоварваща способност, в посочения по-горе диапазон на работно натоварване тези зависимости са приблизително линейни и може да се представят както следва:

$$(1) \quad M = \frac{S}{S_N} \cdot M_N$$

От (1) веднага следва, че при наличие на контрол на хлъзгането задачата може да бъде решена.

Ако отчетем еднакъв характер на изменение на момента и на фактора на мощността според фиг. 1, можем да запишем аналогично

$$(2) \quad \cos(\varphi) = \cos(\varphi_0) + [\cos(\varphi_N) - \cos(\varphi_0)] \cdot \frac{S}{S_N},$$



фиг. 2. Векторна диаграма

По-нататък полученото напрежение, пропорционално на фазовия ъгъл следва да се подаде на функционален преобразувател, формиращ функцията “косинус”. Това в известна степен усложнява техническата реализация. Използването на таблица на функцията $\cos(\varphi)$ също е свързано с усложняване на хардуера.

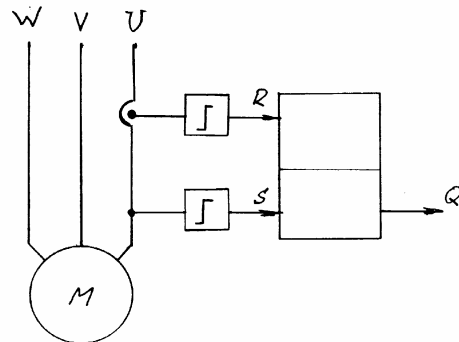
Задоволителна точност за разглеждания по-горе работен диапазон предлага приблизителното изчисляване на $\cos(\varphi)$,

където $\cos(\varphi_0)$ и $\cos(\varphi_N)$ са предварително известни константи за дадения двигател.

От (1) и (2) следва търсената линейна връзка между момента и фактора на мощността:

$$(3) \quad M = M_N \cdot \frac{\cos(\varphi) - \cos(\varphi_0)}{\cos(\varphi_N) - \cos(\varphi_0)}$$

Следователно контролът само на фактора на мощността достатъчно еднозначно би дал информация за товарния момент на машината. За тази цел следва да се формира сигнал, пропорционален на фазовия ъгъл на закъснение на тока в едната фаза по отношение на напрежението на тази фаза, което се илюстрира от векторната диаграма на фиг. 2. За целта се предлага структурната схема от фиг. 3, използваща един R-S тригер.



фиг. 3. Структурна схема

като се вземат първите четири члена от развитието на косинус-функцията в ред [2]:

$$\cos(\varphi) \approx 1 - \frac{\varphi^2}{2!} + \frac{\varphi^4}{4!} - \frac{\varphi^6}{6!}$$

В този случай реализацията се опростява както програмно, така и хардуерно –

изчисляването на $\cos(\varphi)$ може да се извърши с елементарен аритметичен процесор, който може да дели и умножава.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлаганият метод дава възможност за наблюдаване на режима на работа на електрозадвижването посредством контрол само на електрически параметри - напрежението и тока на една фаза на двигателя, без да се налага ползването на подвижни механични устройства за контрол на момента или скоростта.

Техническата реализуемост на така предлагания метод не е проблем - не се налагат нито някаква "екзотична" елементна база, нито особено мощни изчислителни ресурси.

Тъй като устройството, обект на настоящата работа, е с дискретен характер на действие ("има достатъчен товар" – "работи на празен ход"), напълно достатъчно е контролът да се ограничи единствено с фазовия ъгъл φ . Действително, по векторната

диаграма от фиг. 2 векторът на тока при достатъчен товар на двигателя ще заема положение, отговарящо напр. на $\varphi < 60^\circ$ ($I \equiv I_x$), а при празен ход - $\varphi > 80^\circ$ ($I \equiv I_0$).

В такъв случай схемата от фиг. 3 илюстрира схемотехническото решение на търсеното устройство. На изхода единствено трябва да се добавят осредняващо звено (интегратор или апериодичен филтър с достатъчно голяма времеконстанта), компаратор и един таймер (реле за време), настроен за време, превишаващо максималната естествена технологична пауза.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Чиликин М. Г., В. И. Ключев, А. С. Сандлер – Теория автоматизированного электропривода, М., Энергия, 1979.

[2] Кисъв, Ив. – Наръчник на инженера, т.1 – Математика, С., Техника, 1976.

ENERGY SAVING MEASURES IN CONTINUOUSLY OPERATING PRODUCTION MECHANISMS IN IDLE RUNNING

Ljudmil POPOV

*Higher School of transport "Todor Kableshkov", 158 Geo Milev Street, 1574 Sofia,
BULGARIA*

Abstract: *A method and device for identification of idle-mode running of machine and the following it's switching off are described. An original approach, founded on the relation between the torque, the power-factor and the phase angle has been used.*

Key words: *Automated electric drive, power-factor, loading.*