

Устройства за плавно пускане и спиране на асинхронни двигатели

Иван Григоров, Пеньо Пенев, Марияна Дачева, Иван Гунев

In recent years motor soft-starters received wide spread use all around the world. These devices guarantee smooth start, which reduces the mechanical stress on the motor and shaft. Asynchronous motor's soft-starters provide for controlled regimen of motor's stop as well as protection from emergency work regimes and diagnostics.

The following article briefly describes structure, working principals, areas of utilization, and advantages of the asynchronous motor soft-starters.

ВЪВЕДЕНИЕ

Управлението на двигателите чрез опростени апарати за включване/ изключване (стандартни контактори) покрива широк спектър от приложения за задвижване. От друга страна, този метод води до несъмнени ограничения, които може да се окажат неудобни при определени приложения:

- пик на тока по време на пускане може да повреди друга апаратура, свързана към същото захранване;
- внезапен механичен тласък при пускане/спиране може да бъде нежелан при определени работни машини.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Устройствата за плавно пускане/ спиране (УППС) елиминират тези неудобства. Те са проектирани за управление на асинхронни двигатели (АД) и предлагат плавно ускоряване и (или) забавяне) спиране на двигателя.

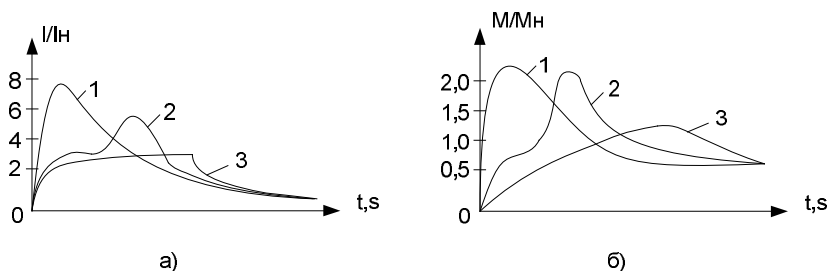
Когато се изключва захранването към двигателя, забавянето му се дължи на товарния момент на машината (естествено забавяне), УППС позволяват това забавяне да бъде управляемо.

УППС се състоят от два базови елемента, монтирани в един и същи корпус – управляващ блок и силов блок.

Управляващ блок- при тези устройства всички функции се обработват от микропроцесорен модул, който определя настройките. Това позволява да се реализира алгоритъм на управление на двигателите практически с произволна сложност и да се обезпечи изпълнението на предварително зададени функции, които са в резултат от измерванията на скорост, ток, напрежение и фактора на мощността. Чрез тази информация микропроцесорният модул управлява момента на включване и изключване на силовите управляващи елементи, наклона на кривата за ускорение или забавяне, скоростите, токоограничаването, защитата и сигурността.

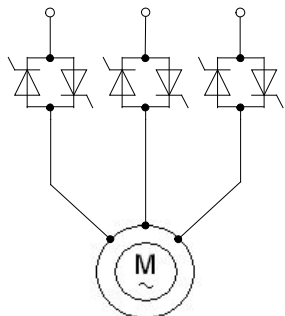
Силовия блок се състои от мощни полупроводникови елементи, работещи в дискретен режим. Той включва основно следните компоненти:

- силови елементи – транзистори, тиристори, специализирани IGBT транзистори, специализирани GTO тиристори;
- напреженосен и/или токов интерфейс;
- вентилационна система при по-големи мощности;

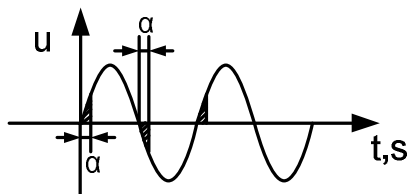


Фиг.1. Криви на изменение на пусковия ток и пусковия момент

На фиг.1. са дадени типични криви на изменението на пусковия ток (фиг.1.а) и пусковия момент (фиг.1.б), при директно пускане (крива 1), при пускане с превключване от звезда в триъгълник (крива 2) и при използване на УППС (крива 3). Анализа показва, че при използването на управляван пуск съществено се намаляват вредните динамически въздействия върху двигателя и задвижвания механизъм и следователно се увеличава срока на служба на електрозадвижването. Ако не е необходимо да се регулира честотата на въртене на задвижвания механизъм, то използването на УППС позволява с минимални средства да се решат всички проблеми свързани с осигуряването на управляемо пускане и спиране на двигателя. Независимо от голямото разнообразие на УППС в основни линии те се изграждат по класическата схема на тиристорен регулатор на напрежение с фазово управление.



Фиг.2.



Фиг.3.

Между силовата захранваща мрежа и асинхронния двигател са разположени 6 тиристора, като управляващите импулси се формират и подават на управляващите електроди на тиристорите от управляващия блок. Изменението на ъгъла на управление на тиристора довежда до изменение на напрежението на изхода на УППС и съответно до промяна честотата на въртене на АД.

Формирайки необходимите характеристики на процеса на нарастване на напрежението при пускане и процеса на намаляване на напрежението при спиране, могат да се реализират необходимите показатели на кривите на развъртането и спирането на задвижвания АД. Произвеждат се и реверсивни УППС, които се отличават с наличието на допълнителни тиристори обезпечаващи смяната на посоката на въртене.

Ако се направи сравнение на изпълняваните функции на УППС от различни производители то най-често те изпълняват следните функции [1]:

- управление на пусковия режим;
- управление на спиращия режим;

- управление на работния режим;
- защитни функции;
- спомагателни функции;
- интерфейс между устройството и оператора;
- интерфейс между устройството и управляващия елемент от по-високо ниво.

Регулирането на напрежението при спиране на АД, също така както и при пускане на АД, формира необходимите динамически характеристики на задвижването. Плавното намаляване на напрежението на двигателя изключва възможността за възникване на опасни пренапрежения, което води до по-голяма надеждност в сравнение със случаите на директно изключване с помощта на контактор.

При завършване на процеса на пускане тиристорите могат да работят в режим на постоянно включване или могат да бъдат шунтирани посредством специален контактор, който включва АД директно към мрежара. Използването на шунтиращ контактор позволява да се повиши к.п.д. на устройството, да се увеличи срока на служба на тиристорите и да се елиминира влиянието на полупроводниковите елементи върху захранващата мрежа. Някои производители рекламират наличие в УППС режим на икономия на ел.енергия, макар че само някои от тези устройства действително я постигат. Съгласно зададения алгоритъм от производителя УППС, в зависимост от натоварването на двигателя и режима на работа на електрозадвижването, регулира напрежението на двигателя, като минимизира консумираната от АД активна и реактивна мощност [1]. На практика използването на УППС с функция за икономия на ел.енергия при механизми с променливо натоварване на вала могат да намалят на някои механизми (лентови транспортъори, металорежещи фрези) консумацията на активна енергия до 15%, на реактивна енергия до (30 ÷ 50%). Ефекта на "Икономия" е обаче за АД с мощност не повече от (20 ÷ 30) kW.

Допълнително към функциите за управление на режимите на пускане и спиране, УППС изпълняват и защитни функции за защита на АД и защита на самото устройство от аварийни режими.

Защитата работи и в случаите когато устройството е шунтирано с контактор. Най-често срещаните стандартни защиты са:

- защита от късо съединение на изхода на УППС;
- защита от застопоряване на вала на АД при пускане;
- защита от претоварване по ток;
- защита от недопустимо намаляване на напрежението на входа на УППС;
- защита от недопустимо повишаване на напрежението на входа на УППС;
- защита от отпадане на фаза;
- защита от невключване на шунтиращия контактор (при наличие на такъв);
- защита от несиметрия на входящото напрежение;
- защита от обратно редуване на фазите на входа;
- топлинна защита на двигателя;
- защита от пробив в тиристорите;
- защита при загуба на управление на тиристора.

Освен изброените защиты някои производители вграждат и датчици за съпротивлението на изолацията и възможност за изсушаване на намотката с постоянен или променлив ток.

В настоящия момент УППС произвеждат световноизвестните фирми ABB, Siemens, Emotron, Softronic, Telemecanique, Ausaldo, Schneider Electric и редица други.

Практически е невъзможно да се определи отрасъл в промишлеността, където да не намерят приложение УППС на АД. При някои механизми, работещи на линия с противоналягане е много важно скоростта на двигателя да се намалява плавно.

Например използването на УППС при помпени агрегати позволява да се избегнат хидравличните удари в тръбопровода и повреждането на възвратния вентил, при лентовите транспортъори – скъсването на лентата, а при асансьорите – се повишава комфорта при превоз на хора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По такъв начин използването на УППС позволява:

- да се отстранят ударните токове в захранващата мрежа и АД при неговото пускане;
- да се намалят пусковите токове в АД;
- да се отстранят механичните ударни въздействия както върху АД, така и върху задвижвания механизъм;
- да се намали топлинното въздействие върху АД;
- да се елиминират пренапреженията при спиране на АД;
- да се намали времето за откриване на неизправности;
- да се повиши надеждността при експлоатация и срока на служба на АД.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Новости Електротехники, N:1(37) 2007.
- [2] Стоянов П. Управление и защита на Асинхронни двигатели, МКТВГ-ICP1-03.
- [3] Общ технически каталог, Шнайдер електрик България, каталог 2002г., МКТВГ-САТ-02

За контакти

Гл. ас. инж. Пеньо Георгиев Пенев, Русенски университет “Ангел Кънчев”, Филиал Силистра, Катедра “Технически и природо-математически науки”, тел. 086 821 521 E-mail: pp0726@abv.bg

Гл. ас. инж. Марияна Тодорова Дачева, Русенски университет “Ангел Кънчев”, Филиал Силистра, Катедра “Технически и природо-математически науки”, тел. 086 821 521 E-mail: marid@mail.bg

Гл. ас. инж. Иван Анфимов Григоров, Русенски университет “Ангел Кънчев”, Филиал Силистра, Катедра “Технически и природо-математически науки”, тел. 086 821 521 E-mail: iag56@mail.bg

Гл. ас. инж. Иван Николов Гунев, Русенски университет “Ангел Кънчев”, Филиал Силистра, Катедра “Технически и природо-математически науки”, тел. 086 821 521

Докладът е рецензиран.