

ДИРЕКТНО ПУСКАНЕ НА ТРИФАЗЕН АСИНХРОНЕН ДВИГАТЕЛ С КАФЕЗЕН РОТОР - СИМУЛАЦИЯ И АНАЛИЗ

Галина Чернева¹, Антон Антонов², Елена Антонова²
cherneva@vtu.bg, ant-a-antonov@yandex.ru

¹ВТУ “Тодор Каблешков“ София,
ул. „Гео Милев“ №158,
РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

²Руски университет на транспорта (РУТ (МИИТ))
127994, Москва, ул. Образцова, 9,
РОССИЯ

Ключови думи: асинхронен двигател с кафезен ротор, директно пускане, Matlab/Simulink моделиране.

Резюме: За пускане на двигатели с накъсосъединен (кафезен ротор) се прилагат най-вече следните четири метода: пряко пускане, пускане със индуктивно съпротивление, включено към статорната намотка (реакторно пускане), пускане чрез автотрансформатор, превключване на статорната намотка от звезда в триъгълник.

Един от методите е чрез директно включване към трифазно захранване. Това е най-простият и най-рентабилен метод за стартиране на асинхронен двигател. При него захранването е лесно, не е необходимо допълнително оборудване и пусковият въртящ момент е висок. Пусковият момент достига 1,5 до 2,5 пъти въртящия момент при пълно натоварване. Това предполага, че предавателните компоненти и работната машина също са подходящи за високи пускови въртящи моменти.

Директното включване към трифазно напрежение е подходящо за относително маломощни двигатели (до 10 kW), тъй като пусковият ток е голям (около четири до седем пъти по-голям от номиналния), а факторът на мощността е нисък. Големият пусков ток е неблагоприятен както за самия двигател, така и за останалите потребители на захранващата мрежа. Ето защо е удобно изследването на директно пускане на асинхронен двигател да се прави чрез компютърна симулация.

В настоящата работа се предлага симулационен модел на асинхронен двигател с кафезен ротор в среда на Matlab/Simulink, включен директно към трифазно захранване. Получени и анализирани са графиките на въртящия момент, скоростта на въртене на двигателя и статорния ток.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Асинхронните двигатели (АД) с накъсо съединен (кафезен) ротор се пускат по няколко начина: чрез директно включване към мрежата, пускане при понижено напрежение (чрез автотрансформатор, реакторно пускане или чрез превключване на

статорната намотка „звезда“-„триъгълник“) [1, 2]. Директното пускане е най-простият и лесен начин. При него статорната намотка се включва непосредствено към мрежата с номинално напрежение, при което се получава сравнително висок пусков момент. Съществен недостатък на този метод е големият пусков ток, който в някои случаи може да превиши 10 пъти номиналния. Когато мощността на двигателя е съизмерима с мощността на подстанцията, големият ток предизвиква голям пад на напрежение в захранващата мрежа, което е недопустимо. Основен критерий за реализацията на директно пускане е напрежението на мрежата да не пада повече от 10-15%, поради което прякото включване се използва за маломощни двигатели [3, 4].

В настоящата работа е моделирано директно пускане на асинхронен двигател с кафезен ротор в среда на Matlab/Simulink. Получени и анализирани са симулациите на въртящия момент и скоростта на двигателя при пускане скоростта на въртене на двигателя и статорния ток.

2. СИМУЛАЦИОНЕН МОДЕЛ

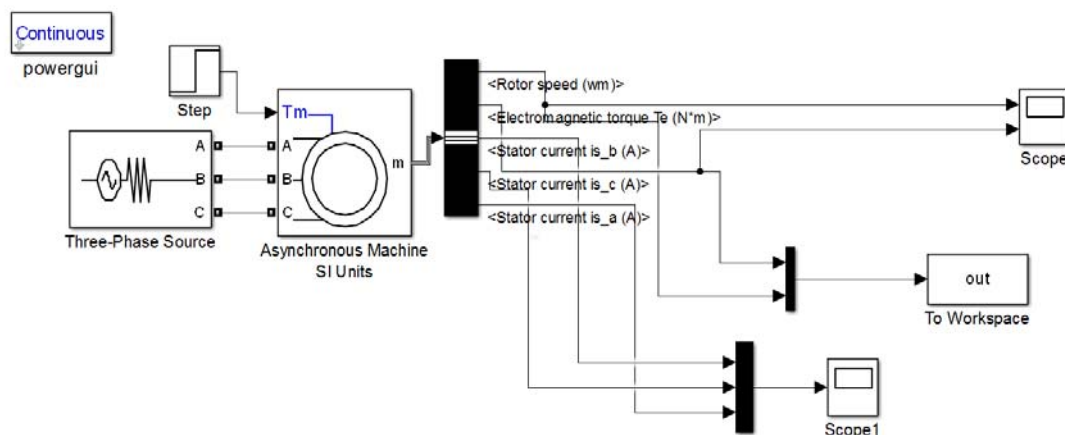
Избраният за моделиране АД има следните параметри, дадени табл.1:

Табл.1. Параметри на АД

Номинално напрежение	220V/380V
Номинална мощност	15kW
Номинална скорост	1460 min ⁻¹
Честота	50Hz
Двойка полюси	p=2

Симулационният модел, разработен в среда на Matlab/Simulink [5], е даден на фиг.1. Той съдържа трифазен източник на напрежение (Three-Phase Source), асинхронен двигател (Asynchronous Machine SI Units), шинен селектор (Bus Selector), два мултиплектора (Mux) и два осцилоскопа. Единият мултиплексор предава към осцилоскоп (Scope) въртящия момент и скоростта на двигателя. Към другия мултиплексор са подадени токовете в трите фази на статорната намотка, които се отчитат от втория осцилоскоп (Scope1).

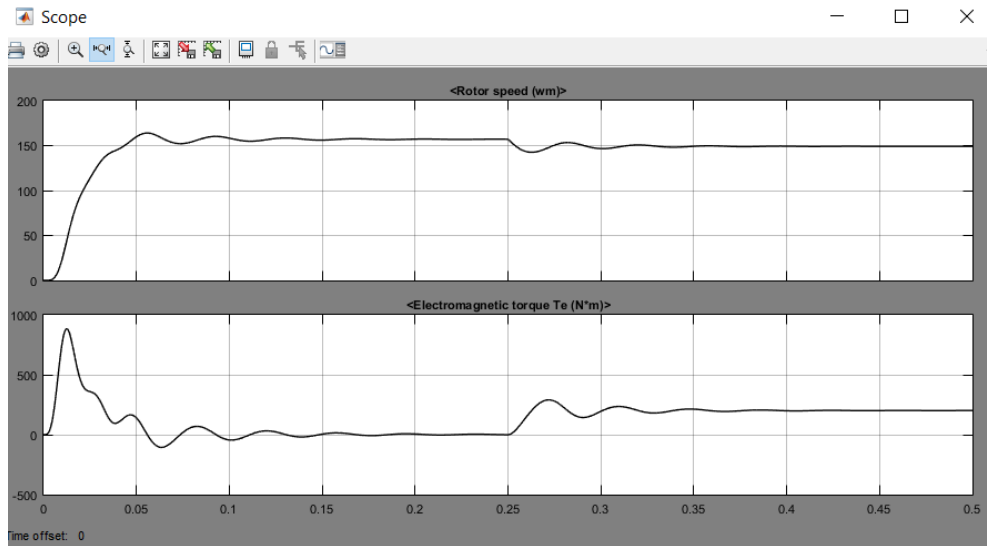
Натоварването на АД (изменението на въртящия момент T_m) се задава с блок Step. Двигателят се пуска директно, като след 0,25s се прилага съпротивителния момент.



Фиг. 1. Симулационен модел

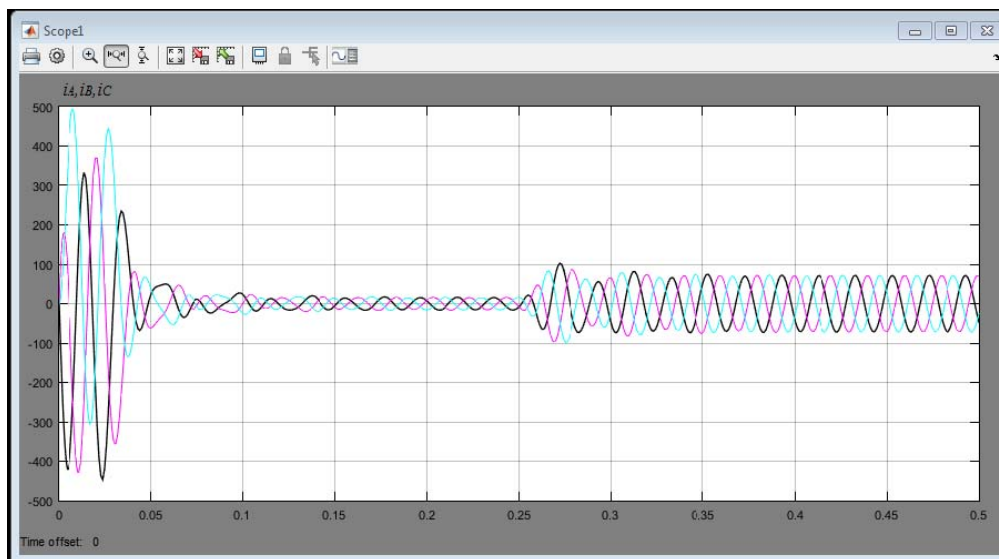
3. СИМУЛАЦИОННИ РЕЗУЛТАТИ

На фиг. 2 са дадени измененията във времето на въртящия момент M и ъгловата скорост ω_m на АД.



Фиг. 2. Зависимости $M=f(t)$ и $\omega_m=f(t)$

Токовете в трите фази на статорната намотка са дадени на фиг.3.



Фиг.3. Изменение на токовете в трите фази на статорната намотка

4. ИЗВОДИ

От симулациите се вижда, че при директно пускане на празен ход и при прилагане на съпротивителния момент (товара) се наблюдават значителни колебания на скоростта и на въртящия момент на двигателя. Пусковият ток превишава почти 5 пъти номиналния.

Разработеният симулационен модел на директно пускане на АД може да се използва в учебния процес при изучаване на преходни процеси.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Ангелов А., Д. Димитров. Електрически машини II част. Техника, 1988 г.
- [2] Динов В. Електрически машини. Техника, 1991 г.
- [3] Sahdev S. Electrical Machines. Cambridge, 2017 г.
- [4] Slobodan N. Electrical Machines, Springer, 2012 г.
- [5] Лазарев Ю. Моделирование процессов и систем в Матлаб. Петербург, 2005 г.

THREE-PHASE SQUIRREL-CAGE INDUCTION MOTOR DIRECT STARTING METHOD – SIMULATION AND ANALYSIS

Galina Cherneva¹, Anton Antonov², Elena Antonova²
cherneva@vtu.bg, ant-a-antonov@yandex.ru

¹*Todor Kableshkov University of Transport
Geo Milev Str. 158, 1574 Sofia
THE REPUBLIC OF BULGARIA*

²*Russian University of Transport (RUT (MIIT))
127994, Moscow, 9 Obrazcov str.
RUSSIA*

Key words: *squirrel-cage induction motor, direct starting method, Matlab/Simulink model.*

Abstract: *The following four methods are available for starting squirrel cage induction motor: direct starting method, stator inductive resistance (reactor) starting, autotransformer starting, star-delta starting.*

One of a squirrel cage induction motor starting methods is by direct connection to a three-phase supply. This is the simplest and most cost-efficient method of starting a motor. With a direct starting method the power supply is easy, an additional equipment don't is needed, and the starting torque is high. The starting torque far as 1.5 to 2.5 times the full load torque. This is assuming that the power transmission components and the working machine are suitable for the high starting torques.

Direct starting method is suitable for relatively low power motors (up to 10 kW), because the motor draws a high starting current (about 4 to 7 times of the rated current) and at a low power factor. The large starting current is unfavorable both for the motor itself and for other users of the power network. Therefore, it is convenient to study the direct starting method of an induction motor by computer simulation.

In the present work, a simulation model of a squirrel cage induction motor is proposed. The induction motor is started by connecting it directly to three-phase supply. The simulation results of torque, motor speed and stator current are obtained and analyzed.