

САМОПУСКАНЕ НА ГРУПА ДВИГАТЕЛИ ПРИ КРАТКОВРЕМЕННО ПОНИЖАВАНЕ И ОТПАДАНЕ НА НАПРЕЖЕНИЕТО

Кирил Джустров

Минно-геоложки университет “Св. Ив. Рилски”

SELF-STARTING ENGINE WITH AT SHORT DECREASE AND LACK VOLTAGE

Kiril Dzhustrov

University of Mining and Geology is “St. Ivan Rilski”

Abstract

The self-start of a group of powerful engines has been investigated. It has been proven that the duration of the reduced voltage or lack of voltage is essential for the magnitude of the self-starting current of the motor group.

Keywords: self-starting engine

ВЪВЕДЕНИЕ

Самопускане е автоматичното възстановяване на нормалната работа на електрическият двигател след кратковременно прекъсване на електроснабдяването или внезапно намаляване на захранващото напрежение, при което електродвигателят започва да спира, но при бързо възстановяване на напрежението той ще продължи да работи или може да спре в зависимост от момента на възстановяване на електрозахранването. В зависимост от момента на самопускане, пусковите токове не надвишават нормалните пускови токове [1]. Най-често при трайни и нетрайни къси съединения на високата или ниската страна и при наличие на АПВ (автоматично повторно включване), АВР (автоматично включване на резерв) могат да се създадат условия за самопускане на двигателя.

В редица случаи, ако не е възможно самопускане на мощни електрически двигатели, технологичният процес спира за дълго време, а чрез използване на самопускането се повишава сигурността.

Самопускането не е опасен процес и се характеризира със следните два етапа:

- Процес на спиране от прекъсване или намаляване на напрежението;
- Развъртане на двигателят.

Особеностите на самопускането, в сравнение с пускането на двигателя е, че пускането и развъртането става от някакво хлъзгане (s), тоест на работната машина, както и факта, че пускането и развъртането става за група мощни двигатели, а не само за един;

Условия за осъществяване на самопускането е остатъчното напрежение на клемите на двигателя да създава въртящ момент, по-голям от съпротивителния.

Напрежението при спиране на двигателя [2]

$$E_{ост} = \frac{K_{нат}}{\sqrt{\epsilon_n}} \cdot \omega_*^2, \quad (1)$$

$$\text{при } K_{нат} = \frac{P_{н.мех.}}{P_{н.дв.}},$$

където $P_{н.дв.}$ е номиналната мощност на двигателя;

$P_{н.мех.}$ е номиналната мощност на задвижващия механизъм;

$K_{нат}$ е коефициент на натоварване;

ϑ_n изразява кратността на максималния двигателен момент

$$\vartheta_n = \frac{M_{\max}}{M_n},$$

а относителната ъглова скорост $\omega_* = \frac{\omega}{\omega_0}$

Най-общо прекъсване или понижаване на напрежението може да възникне при:

- външни къси съединения или повреди в захранващите предприятия електро-проводи, при които прекъсва захранването на предприятието;

- вътрешни за предприятието къси съединения, при които значително се понижават напрежението на клемите на двигателите.

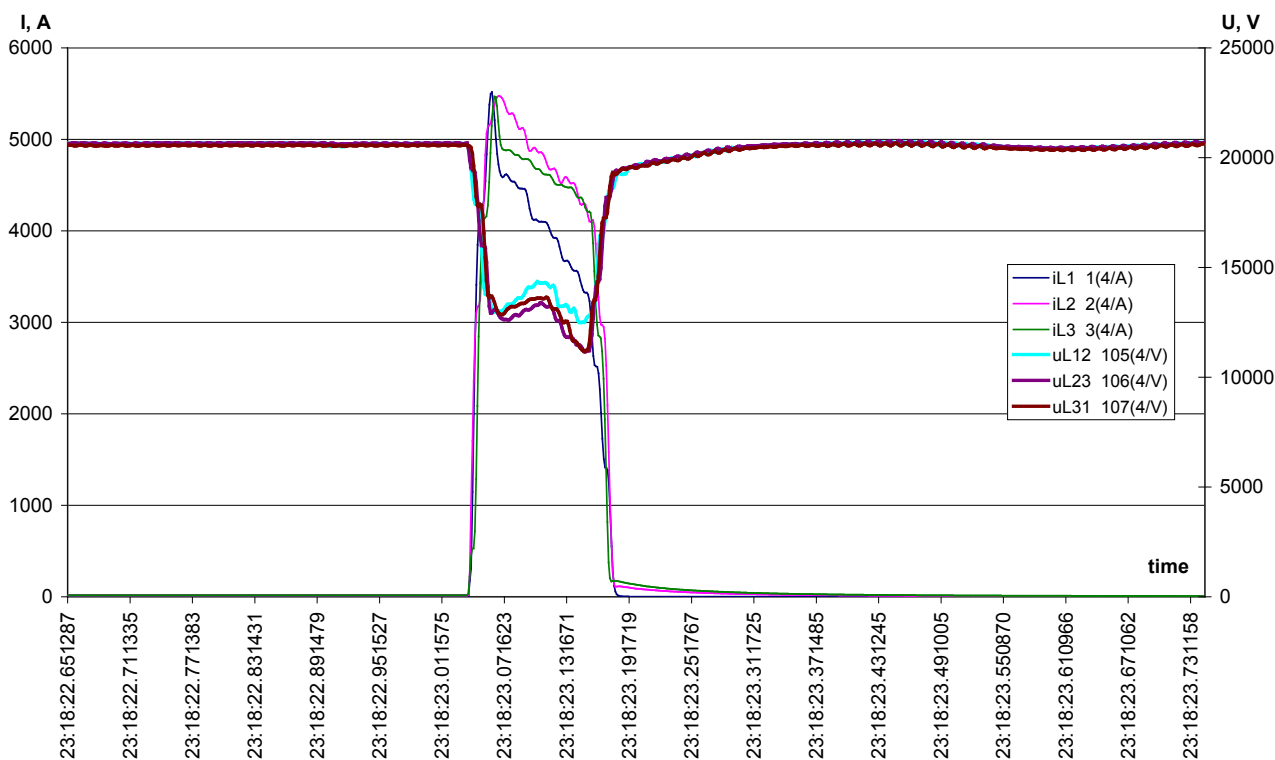
От съществено значение е, самопускането да бъде извършено за най-кратко време, още преди двигателите да са спрели напълно. В този смисъл от изключителна важност е късите съединения във вътрешната електро-снабдителна система на предприятието бързо

да бъдат изключвани от релейните защиты. Друго условие е, да има изграден бърз АВР.

САМОПУСКАНЕ ПРИ КРАТКОВРЕМЕННО ПОНИЖЕНИЕ НА НАПРЕЖЕНИЕТО.

Изследвано е предприятие от миннодобивната промишленост, захранвано от два тринамотъчни трансформатора 110/20/6кV, всеки с мощност по 50MVA. Изводите на 20кV са с дължина няколко километра, при което често възникват к.с. по въздушните електропроводи, най-често следствие на атмосферни пренапрежения.

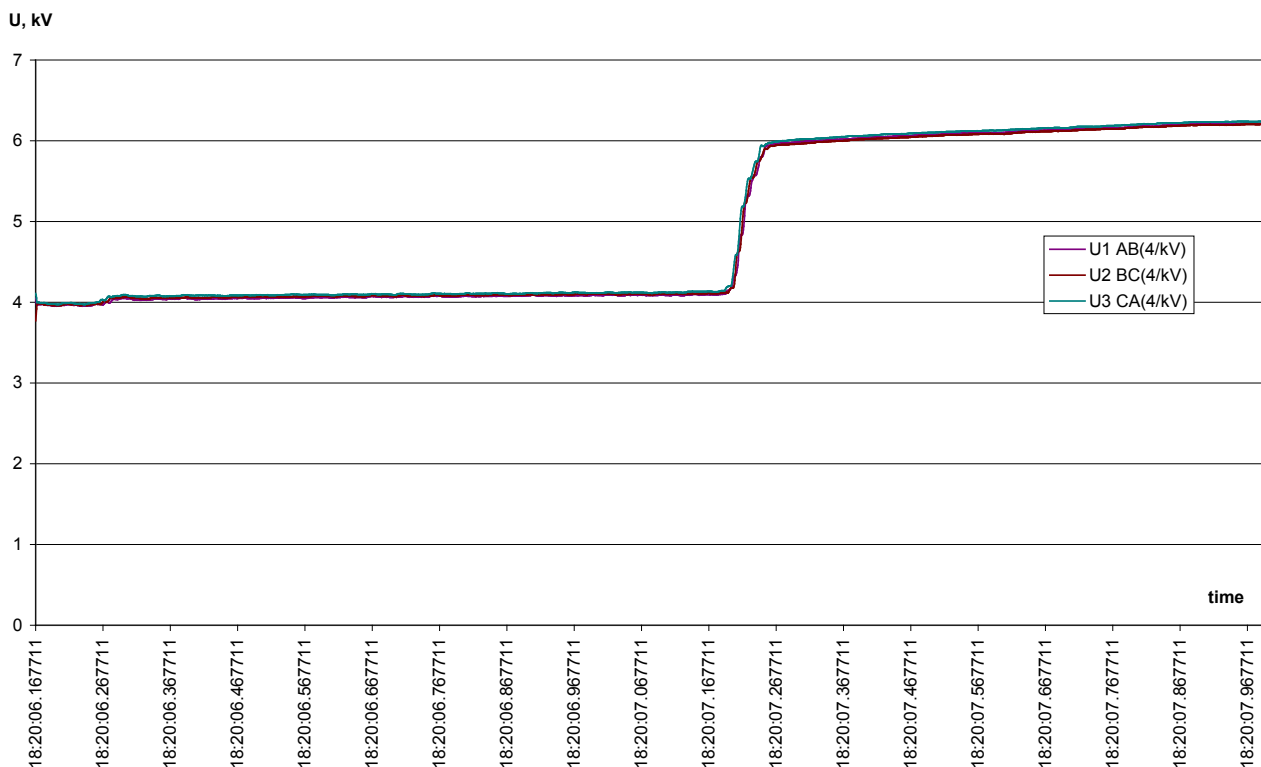
Така например само за един ден са възникнали седем попадения на мълнии върху един от електропроводите – едно трифазно и 6 двуфазни к.с. Токът на к.с., респективно и понижението на напрежението, зависи от мястото на повредата. На фиг. 1 е даден запис на трифазно к.с., при което токът на к.с. достига стойност около 5500А, а напрежението на шини 20кV спада до около 11,5 кV.



Фиг.1. Трифазно к.с. във въздушен електропровод 20кV.

При подобно късо съединение в електропровод 20кV, е регистрирано и понижението на напрежението 6кV, на шините на мощен синхронен двигател (2,5MW). Напрежението спада до около 4кV и след изключ-

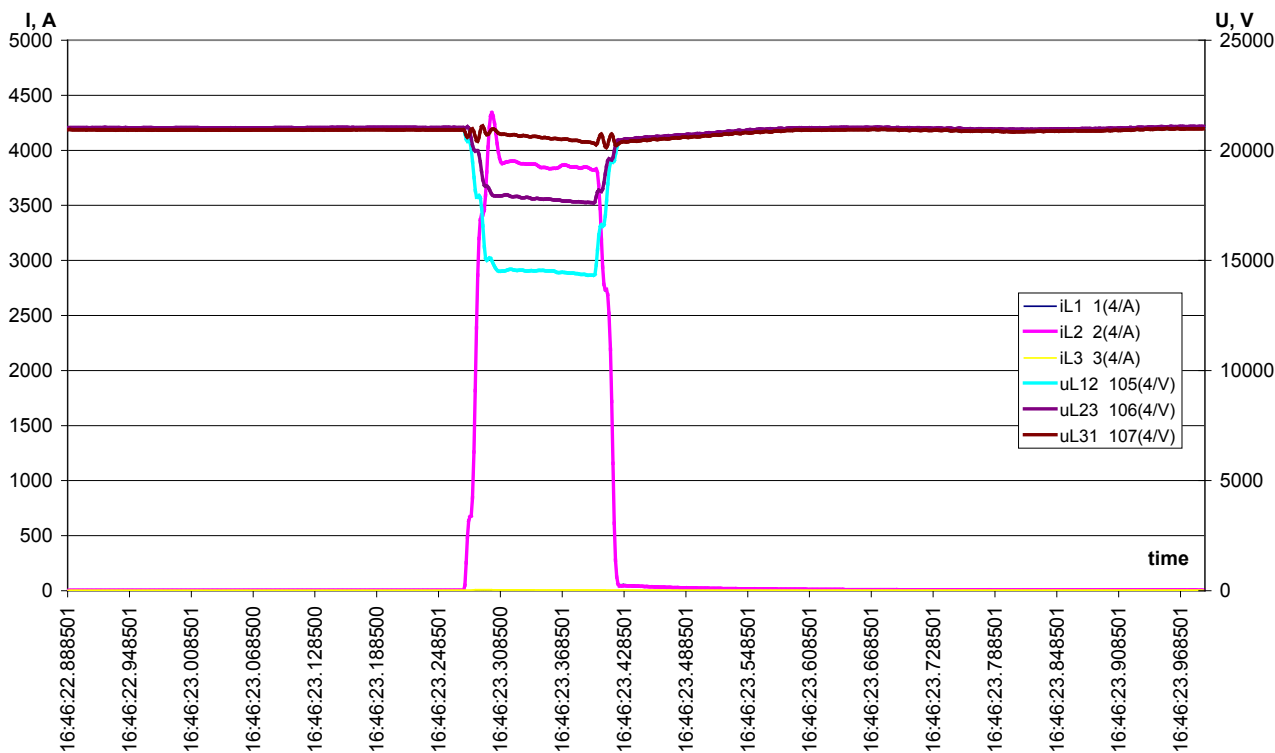
ване на к.с. се възстановява до 6,2кV. Остатъчното напрежение е $E_{ост} \approx E_{доп} = 0,65U_n$, при което вероятността от неуспешно самопускане е голяма.



Фиг. 2. Напрежение и ток на шини бнV при к.с. в електропровод 20кV

На фиг. 5 е даден един от записите на двуфазно к.с. във електропровода. Аперидичната компонента на токът достига стойност от 4300А, а установената му стойност

е около 3900 А. Напрежението на най-за-сегната фаза достига до около 14,3кV.



Фиг. 3. Двуфазно к.с. във електропровода

Във всички 7 регистрирани повреди по електропровода, времето за изключване на

късите съединения е около 130 ms, респективно – това е времето за понижаване на

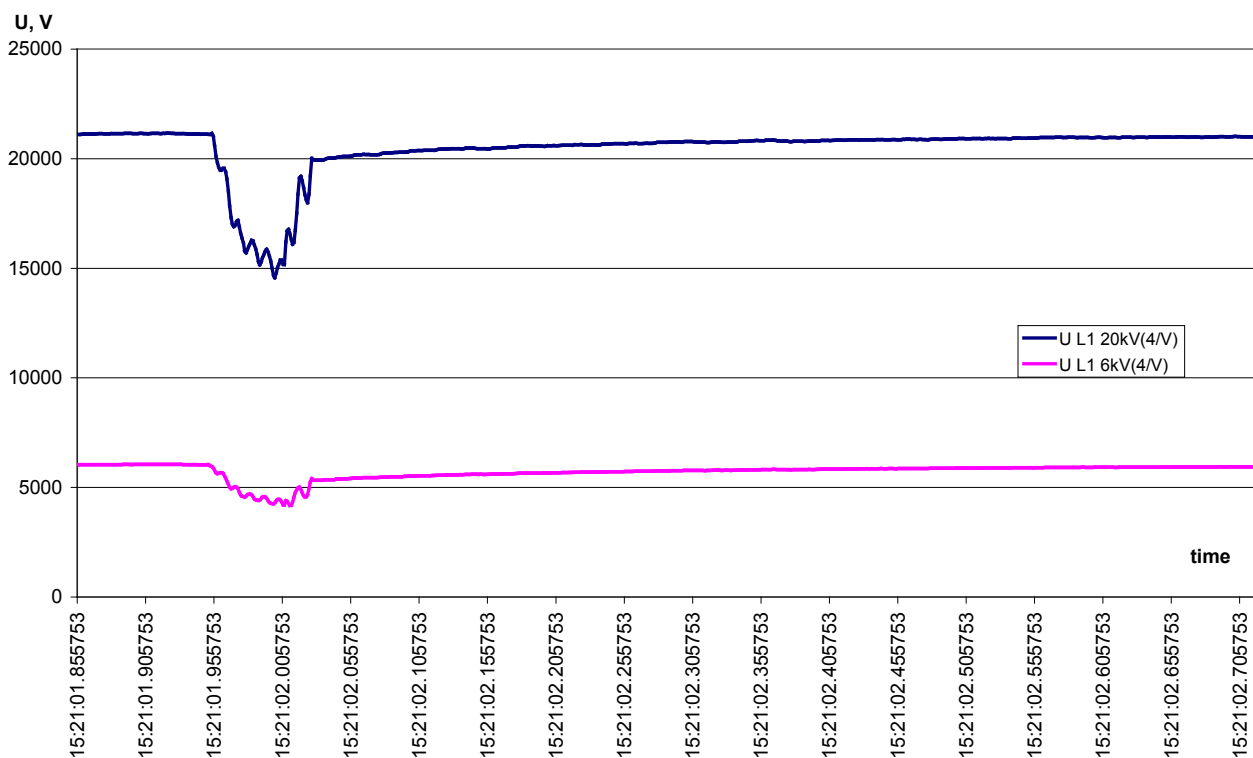
напрежението както на шини 20кV, така и на шини 6кV. И при седемте повреди, благодарение на бързото им изключване, групата синхронни двигатели успешно са се самопуснали.

САМОПУСКАНЕ ПРИ ПРЕКЪСВАНЕ НА НАПРЕЖЕНИЕТО

Извършени са пет експеримента за действие на АВР.

Три експеримента са направени при работа само на три двигателя с обща мощност около 2MW, задвижващи помпи. На фиг. 4 е показано изменението на напрежението на шини 6кV и 20кV.

Общата продължителност на превключването е около 100ms. По време на безтоковата пауза, напрежението на шини 6кV намаля с 30,2%, до стойност 4228V. На шини 20кV напрежението спадна с 32,4%, до стойност 14338V.

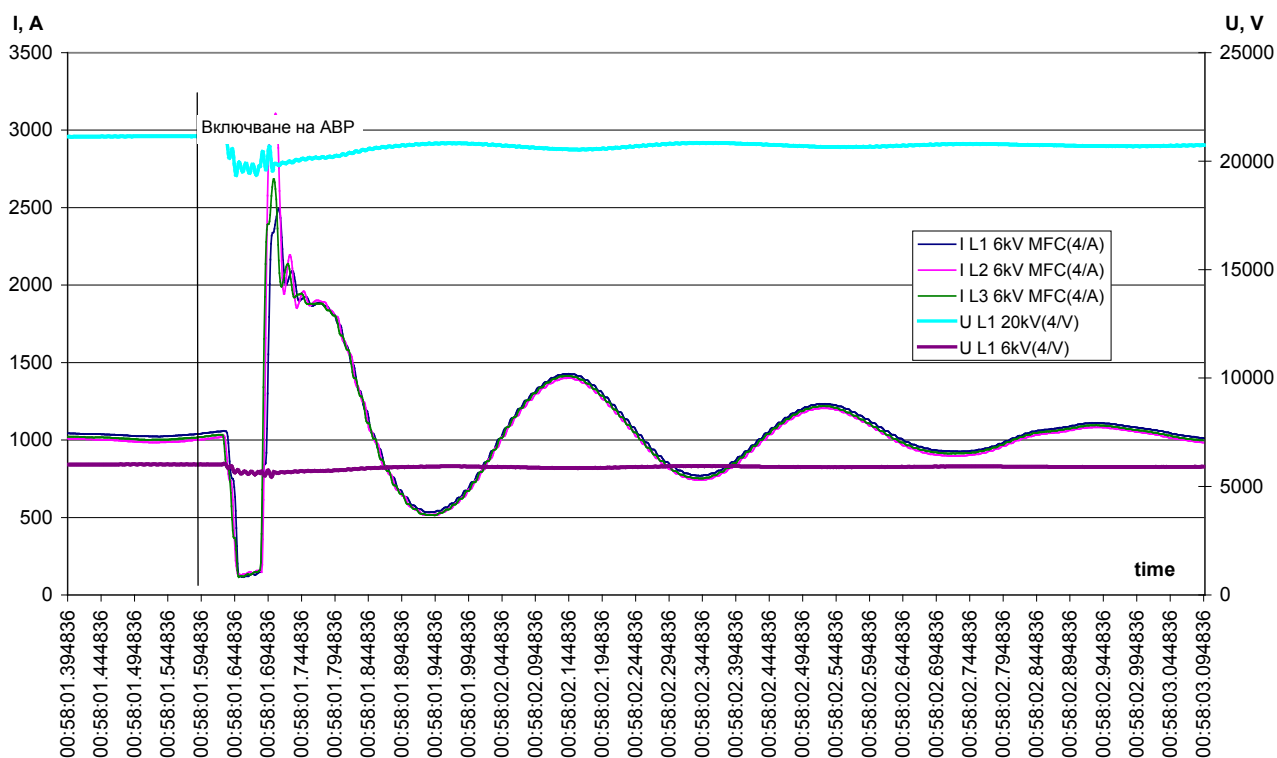


Фиг. 4. Действие на АВР при неработещи мощни двигатели.

Два от експериментите са при работещи 10 мелници, две захранващи ленти и 3 помпи с обща мощност около 28MW. Превключването е направено и в двете посоки на захранващите предприятия електропроводи. При превключванията всички работещи двигатели останаха в работа без изключвания. На фиг. 5 е показано изменението на тока и напрежението на цех МФЦ и напрежението 20кV за ВХС. По време на безтоковата пауза на шините се поддържа

напрежение, обусловено от е.д.с. на мощните двигатели.

Апериодичната съставна на тока на самопускане е 3 пъти по-голям спрямо работния и затихва след около 20 ms до 1,8 пъти над работния. Общата продължителност на превключването е около 88ms. По време на безтоковата пауза, двигателите са преминали към генераторен режим и напрежението на шини 6кV намаля само с 6,7%, до стойност 5615V. На шини 20кV напрежението спадна също с 6,7%, до стойност 19685V.



Фиг. 5. Действие на АВР при работещи мощни двигатели.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изводът от експериментите е, че при работещи мощни двигатели и преминаването им към генераторен режим, намаляването на напрежението е малко и спомага за успешното самопускане на всички двигатели. Времетраенето на пониженото напрежение или липсата му са от съществено значение за големината на тока на самопускане на групата двигатели.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] K.Ketners, E.Ketnere, S.KĠujevska, M.KoĠuhova
Research of the induction motor's selfstarting mode
// RĠgas Tehniska universitātes zinātniskie raksti,
2007, printing
- [2] Krumov A., A. Tcholov, P. Rizov,
Mathematical moulding of the auxiliary system 6kv
in NPP "Kozloduy" // Energien Forum 2011, p.
142-145