

STUDY ON STARTING MODE OF POWERFULL ASYNCHRONOUS MOTORS

Ginko Angelov Georgiev

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПУСКОВ РЕЖИМ НА МОЩНИ АСИНХРОННИ ЕЛЕКТРОЗАДВИЖВАНИЯ

д-р инж. Гинко А.Георгиев

Бургаски свободен университет

Анотация: В доклада са представени резултати от симулационно изследване на мощни асинхронни електрозадвигвания на потопяеми помпени агрегати. Оценени са провалите на напрежението върху захранващите шини в пусков режим на съизмерими по мощност асинхронни електрозадвигвания със захранващия трафопост. Въз основа на направен анализ е предложено рационално технико-икономическо решение за управление пусковия режим на подобен вид електрозадвигвания. Ограничен е провала на напрежението при дадените съотношения на мощностите на захранващия източник и потребителите и е минимизирано негативното му влияние. Това е постигнато посредством обосновано използване на софтверно пускане на електрозадвигванията.

Ключови думи: пусков режим, електрозадвигване, провал в напрежението, съизмерима мощност, софтвер

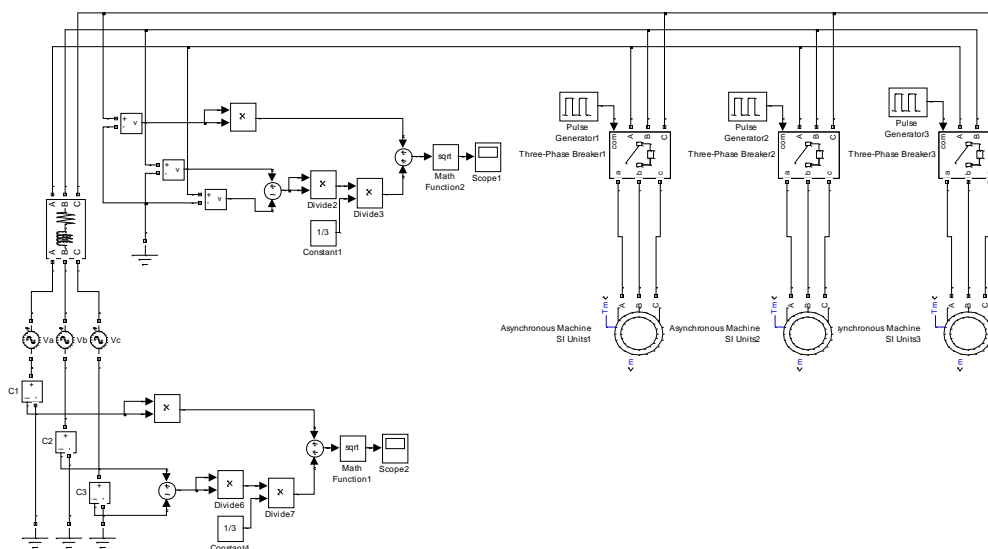
Обект на изследване

Обект на изследване в настоящия доклад се явяват пускови режими на асинхронни електрозадвигвания на специализирани потопяеми мотор-помпени агрегати. Тези агрегати са поставени в изградени басейни, като в тях се събират отработените води на курортен комплекс „Св. Св. Константин и Елена”. Посредством потопяемите помпи тази натрупана маса се транспортира до пречиствателна станция – Варна. Предвидени са по три мотор-помпени агрегата, като те се редуват да работят поотделно, управлявани от съответни датчици по ниво. Включват се в зависимост от нивото на натрупаните отпадни води в басейна. Помпите се задвижват от асинхронни двигатели, всеки с мощност 75kW. Помпените агрегати се захранват от трафопост 20/0.4 kV с мощност 250 kVA. Освен това основното електрозахранване се резервира и с аварийен дизелгенератор със същата мощност. Целта на симулационното изследване се състои в извършване на оценка на възможностите за включване на мощните електрозадвигвания към захранващата мрежа. Поради съществуване на съизмеримост между мощността на захранващия източник и пусковата мощност на отделните електрозадвигвания е необходимо да се оценят провалите на напрежението на шините на силовия трансформатор в пусков режим на мотор-помпените агрегати. Големината на тези провали предопределя възможните технически решения за управление на пусковия режим при посочените по-горе мощности на захранващия източник и електрозадвигванията.

Резултати от изследването

Симулационното изследване е осъществено в среда на Matlab-simulink, която е особено подходяща за подобни цели, поради обстоятелството, че съдържа достатъчно развита библиотека от силови и измервателни модули. Изследването обхваща два основно възможни варианта на включване на електрозадвигванията към захранващия източник : директно включване и включване през техническо средство за управление на пусковия режим на мотор-помпените агрегати.

Електрическата силова схема на захранващия източник и мотор-помпените агрегати при директно включване на електрозадвигванията е показано на фиг. 1.



Фиг.1. Силова схема за директно пускане на мотор-помпените агрегати

За да се оценят процесите които настъпват в захранващия източник при директно пускане на мотор-помпените агрегати, са заснети както протичащите токове, така и получавания провал в напрежението на шинната система на трансформатора на ниво 0.4 kV. Провалите във фазните напрежения зависят както от големината на пусковите токове, така и от момента на включване на електрическия товар по отношение на моментните стойности на захранващото напрежение. За да се избегнат тези несъответствия при определяне на максималните провали в напрежението и ударната стойност на пусковия ток, са определени измененията в модулите на изобразяващите вектори на тези електрически величини. Основание за това ни дава съществуващата права и обратна еднозначна зависимост между фазните величини ток и напрежение и техните изобразяващи вектори, а именно:

$$(1) \quad \begin{aligned} \bar{U}(t) &= \frac{2}{3}(u_a + au_b + a^2u_c) \\ \bar{I}(t) &= \frac{2}{3}(i_a + ai_b + a^2i_c) \end{aligned}$$

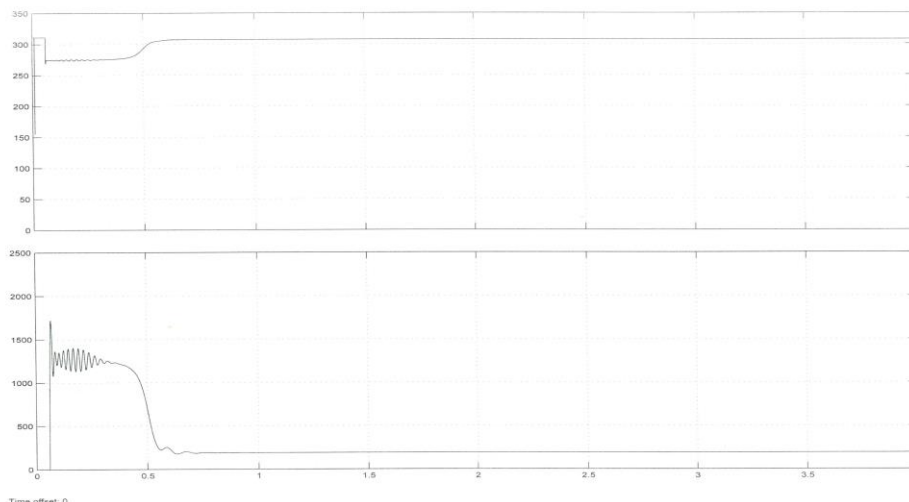
където: $u_a, u_b, u_c, i_a, i_b, i_c$, - представляват моментните стойности на напреженията и токовете съответно във фаза a, b, и c

$$a, a^2 - \text{оператори} : a = e^{j\frac{2\pi}{3}} ; a^2 = e^{j\frac{4\pi}{3}}$$

Модулите на изобразяващите вектори $|\bar{U}|$ и $|\bar{I}|$ могат да се представят посредством изразите (1) във вида:

$$(2) \quad \begin{aligned} |\bar{U}| &= \sqrt{u_a^2 + \frac{(u_b - u_c)^2}{3}} \\ |\bar{I}| &= \sqrt{i_a^2 + \frac{(i_b - i_c)^2}{3}} \end{aligned}$$

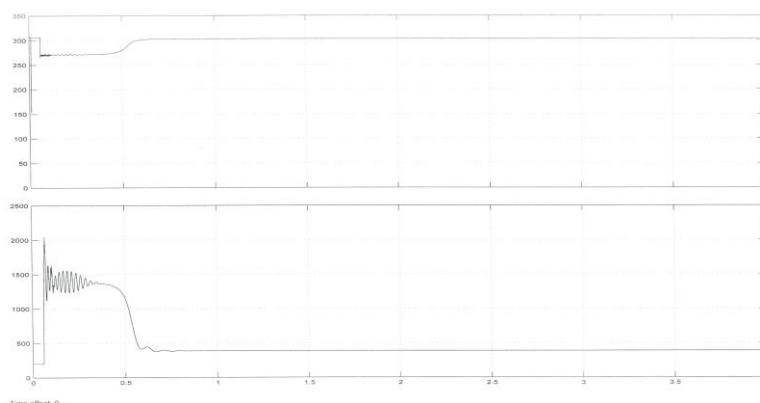
Като се вземат под внимание изразите (2), то по време на пусковия режим на асинхронното електродвижване, изменението на модулите на изобразяващите вектори по напрежение и ток се получават във вида, отразен на фиг. 2. при директно включване само на един помпен агрегат



Фиг. 2. Изменение модула на изобразяващия вектор на напрежението и тока при директно пускане на един помпен агрегат.

От получените резултати се вижда, че провалът в напрежението на шините на захранващия източник достига 12,5% от номиналното напрежение, а големината на ударната стойност на пусковия ток превишава повече от 9 пъти номиналния ток на двигателя. Стойностите на провал в напрежението превишават нормативно допустимите стойности от -10% U_n , което е недопустимо.

При постоянно включен един и включване на още един помпен агрегат, провала в напрежението и големината на пусковия ток имат вида, показан на фиг. 3



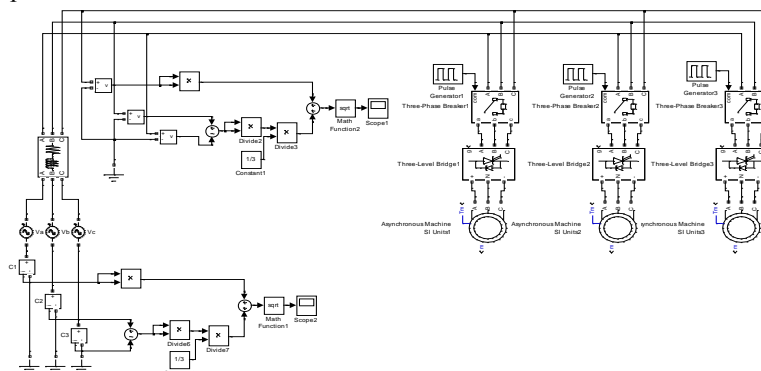
Фиг. 3. Изменение модула на изобразяващия вектор на напрежението и тока при един постоянно включен и включване на още един помпен агрегат

От получения резултат се вижда, че провалът в напрежението се увеличава на около 14.6% от номиналното напрежение. Резултатите с провала на напрежението са още по-неблагоприятни тогава, когато работят постоянно два агрегата и се включва трети такъв.

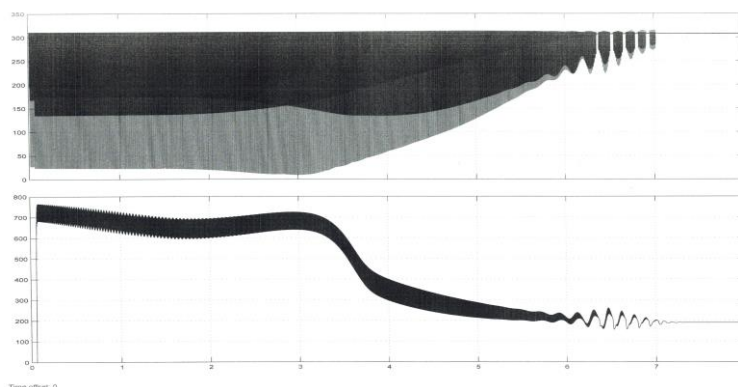
За да се реши проблемът с наднормативно получаваните провали в захранващото напрежение, в пусков режим на мощни асинхронни електродвигатели се прилагат различни методи и средства като: увеличаване мощността на захранващия източник, реакторно пускане на асинхронните двигатели, пускане с автотрансформатори при понижено напрежение и др. методи [1], които в конкретния случай се явяват технико-икономически неефективни. Използваният в [2] подход е перспективен, но изисква допълнително прецизиране за неговото приложение.

С навлизането на силовата полупроводникова техника в практиката, особено перспективни за решаването на подобен род проблеми при пускането на асинхронни двигатели се оказват тиристорните

регулатори на напрежение познати като софстартери [3]. На Фиг. 4 е показана електрическа схема на софстартерно пускане на асинхронните електрозадвижвания на мотор-помпени агрегати посредством софстартери.



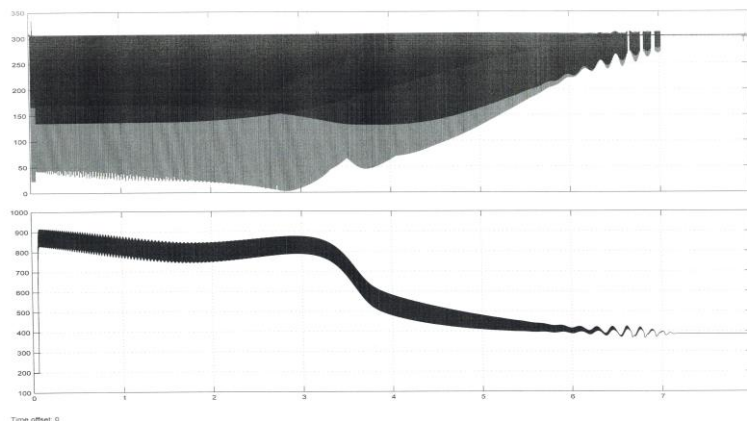
Фиг.4 Силова схема със софстартерно пускане на мотор-помпени агрегати
 Резултати от изследването на асинхронното електрозадвижане в пусков режим на един мотор-помпен агрегат включван посредством софстартер са показани на фиг.5.



Фиг.5. Изменение модула на изобразяващия вектор на напрежението и тока при включване на един помпен агрегат посредством софстартер

От фигурата се вижда, че напрежението на шините на захранващия трансформатор остава практически непроменено, но съдържа висши хармоници породени от несинусоидалния ток потребяван от асинхронното задвижане със софстартер. Тези висши хармоници нямат съществено енергетично значение за асинхронното задвижане. С тях трябва да се съобразяваме, когато в близост работи електронна апаратура. От графиките може да се констатира и че ударният ток при развъртането на асинхронния двигател е намален на половина, а пусковият ток по време на развъртането е в границите на около три пъти номиналния ток на двигателя. Получените резултати показват, че посредством софстартерно пускане на асинхронно електрозадвижане на мотор-помпния агрегат се решава проблема с появата на недопустимия провал в напрежението в сравнение с директното такова.

На фиг.6 са показани получени резултати при едно работещо асинхронно електрозадвижане и софстартерно пускане на второ електрозадвижане на мотор-помпен агрегат.



Фиг.6.Изменение на модула на изобразяващия вектор на напрежението при едно работещо електрозадвижване и софстартерно пускане на второ електрозадвижване

От получените резултати, показани на фиг.6, може да се заключи, че посредством софстартерното пускане се удовлетворяват изискванията по отношение на провалите в напрежението в преходен режим на работа на асинхронните електрозадвижвания

Заклучение

Разработеният симулационен подход за изследване на софстартерно управление на асинхронни електрозадвижвания показва работоспособност в пусков режим на работа на мотор-помпените агрегати в пречиствателна станция за отпадъчни води-Варна. Използването на този подход дава възможност за прецизиране на настройките на софстартерите за всеки конкретен обект на асинхронно ел. задвижване. Прилагане на изобразяващите вектори на напрежението и тока рационализират оценъчните възможности за поведението на асинхронните задвижвания в преходен режим на работа.

Литература:

1. Минчев Д.Ст. „Основи на електрозадвижването”, Държавно издателство „ТЕХНИКА”, София, 1973г.
2. Георгиев Г. „Изследване на възможности за въздействие върху енергийната ефективност в корабни електроенергийни системи” Дисертационен труд ВВМУ-Варна 2012г.
3. Schneiderelectric, Moeller - проспектни материали за софстартери