

УДК 621.313.34:621.337.1

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПРИВОДОМ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ

Демішонкова С.А., кандидат технічних наук, доцент
Київський національний університет технологій та дизайну

Рубанка М.М., кандидат технічних наук, доцент
Київський національний університет технологій та дизайну

Ключові слова: електропривод, асинхронні двигуни, перетворювач частоти, автоматичне керування, швидкісні характеристики двигуна, середовище Matlab, моделювання.

Системи керування електроприводами повинні забезпечувати [1]:

- розгін та гальмування двигунів із заданим прискоренням у межах допустимого навантаження перетворювача частоти;
- діапазон часу зміни частоти від мінімальної до максимальної у заданих межах;
- статичну точність підтримки частоти обертання, що визначається нахилом механічної характеристики двигуна. Замкнуті системи керування електроприводами повинні забезпечувати:
 - задане статичне відхилення частоти обертання;
 - можливість автоматичного регулювання значень прискорення та уповільнення із заданою точністю;
 - задані значення регулювання частоти обертання при зміні завдання та час відпрацювання сигналу;
 - обмеження значень струму двигуна в динамічних режимах та при перевантаженнях на заданому рівні із заданою точністю).

Об'єктом дослідження обрано - асинхронний двигун насоса Н-65.

Розглянуто типи перетворювачів частоти. Найраціональнішим способом регулювання частоти АД буде частотне регулювання приводу насоса за допомогою перетворювача частоти з проміжним контуром постійного струму [2].

Розглянуто вимоги до автоматизованої системи частотного регульованого приводу. При вивченні компонентів системи регулювання АД побудована залежність швидкості обертання від величини перепаду тиску насосів Н-65.

Найбільш підходящою системою електроприводу для насоса Н-65 відповідно до рекомендацій [3] була обрана система «ПЧ-АД (перетворювач частоти - асинхронний двигун), що включає перетворювач частоти зі ланкою постійного струму та асинхронний двигун з короткозамкненим ротором» [3]. Така система дозволяє регулювати швидкість обертання двигуна насоса в межах від 0 до 3000 об/хв [3] в залежності від показника різниці тиску в ємності та трубопроводі.

Модель роботи електродвигуна у середовищі MatLab представлена на рисунку 1.

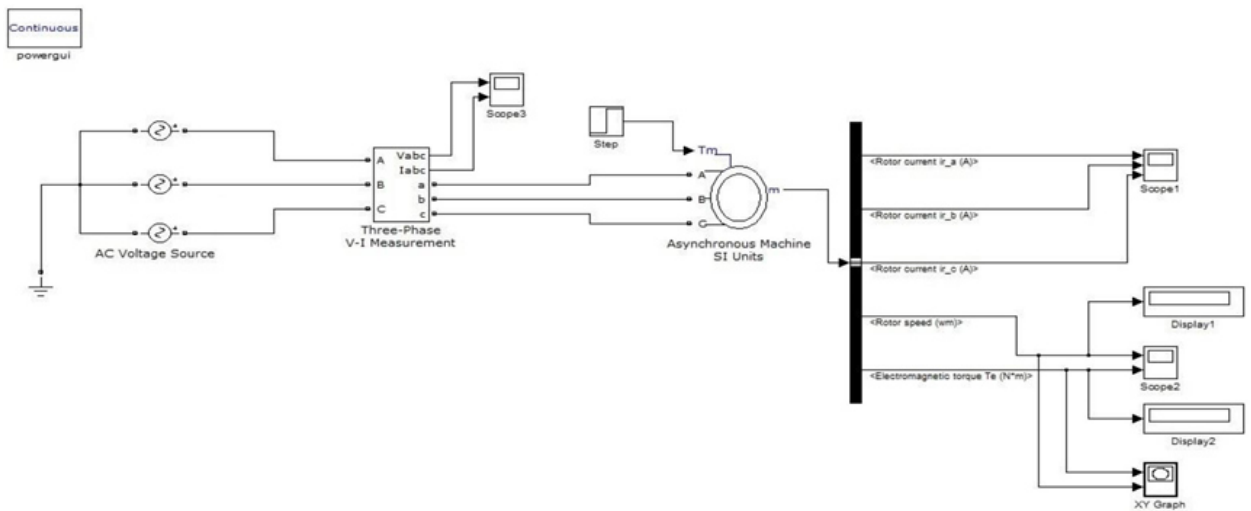


Рисунок 1 – Модель роботи електродвигуна у середовищі MatLab

До досліджуваної моделі увійшли елементи[4]:

- «AsynchronousMachineSIUnit – модель асинхронного двигуна параметрами, що відповідають номінальним паспортним даним двигуна В А 160 М2;
- три джерела синусоїдальної напруги ACVoltageSource з номінальними параметрами: $f = 50$ Гц, $U_m = 311$ В; зрушені по фазі один щодо одного на 120° , моделюють трифазну систему напруг із номінальними значеннями: $U_\phi = 220$ В, $U_l = 380$ В;
- Three-PhaseV-IMeasurement – трифазний мультиметр для здійснення вимірів мережного струму та напруги;
- три елементи типу Scope - моделі осцилографів для перегляду графіків мережних струму та напруги, а також зміни в часі частоти обертання ротора двигуна та моменту на його валу;
- два елементи типу Display для контролю значення тих самих параметрів.
- Step - елемент, за допомогою якого, можливо змоделювати накид навантаження на вал двигуна в певний момент часу» [4].

Для початку розрахунку моделі необхідно ініціалізувати модель роботи електродвигуна: здійснити розрахунок балансів струмів у розрахункових вузлах моделі [4].

Отримані в результаті моделювання в середовищі MatLab криві електродвигуна кутової швидкості $\omega = f(t)$ та моменту $M_B = f(t)$, накидання навантаження $M_{с.дод} = 0.3M_H$, струму електродвигуна за зміни частоти ($f_1 = 50$ Гц, $f_2 = 37,5$ Гц, $f_3 = 25$ Гц) наведені на рис. 2-4.

Таким чином, розроблено модель управління електродвигуна в середовищі MatLab та виконано оцінку електричних параметрів системи. На основі отриманих графіків струму було зроблено висновок, що частотне регулювання дозволяє забезпечити плавний пуск електродвигуна, усуваючи кидки струму, які погано впливають на термін служби

обладнання та зняти ударні навантаження, що дозволяє зняти обмеження за кількістю пусків.

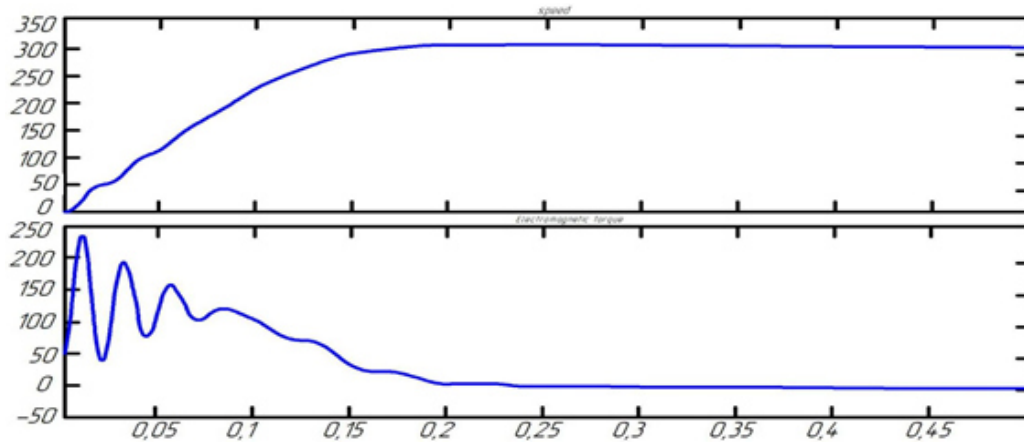


Рисунок 2 –Графіки $\omega = f(t)$ та $M_B = f(t)$ при $f = 50$ Гц (фрагмент)

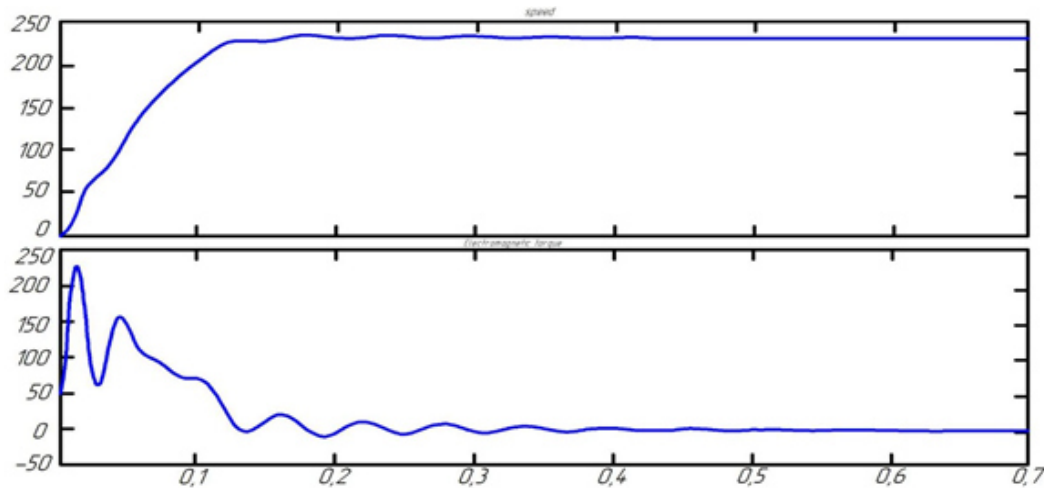


Рисунок 3 –Графіки $\omega = f(t)$ та $M_B = f(t)$ при $f = 37,5$ Гц (фрагмент)

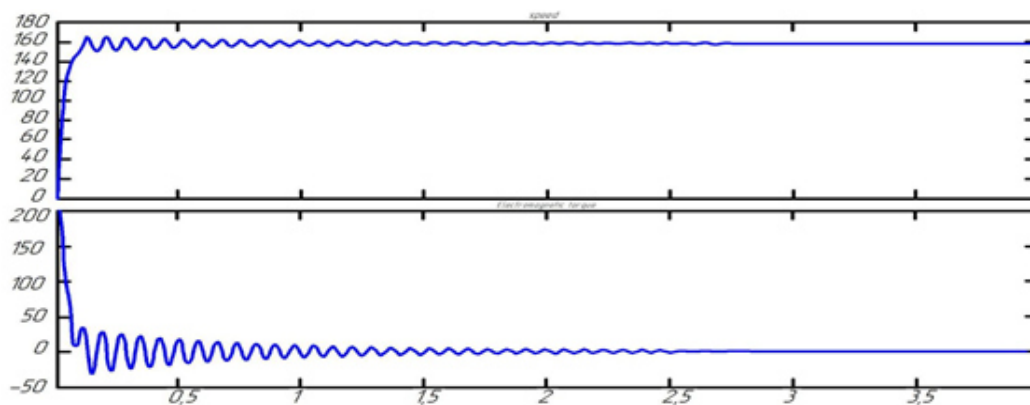


Рисунок 4 – Графіки $\omega = f(t)$ та $M_B = f(t)$ при $f = 25$ Гц (фрагмент)

Аналіз основних способів регулювання частоти обертання асинхронних електродвигунів дозволив визначити, що оптимальний спосіб

регулювання частоти обертання для електродвигуна насоса Н-65 - частотне регулювання приводу насоса за допомогою перетворювача частоти з проміжним контуром постійного струму. Докладно вивчено компоненти системи регулювання та проведено розрахунок характеристик статичних режимів роботи електроприводу.

Після проведеного аналізу розрахованих характеристик статичних режимів роботи електроприводу можна дійти висновку, що регулювання частоти обертання асинхронного двигуна насоса впливає швидкісні характеристики двигуна, саме:

1. У міру зменшення частоти напруги живлення від 50 до 10 Гц, тобто при збільшенні ковзання, зменшується швидкість ротора, струм зростає за рахунок збільшення ЕРС ротора, проте зростання струму обмежується збільшенням індуктивного опору ротора;

2. Виходячи з результатів, наведених на графіку механічних характеристик двигуна, можна зробити висновок, що при зміні частоти напруги живлення і як наслідок зміни швидкості обертання ротора від 0 до моменту у робочому діапазоні не змінюється. Це означає, що при зниженні швидкості обертання електродвигуна насоса до оптимальної, його здатність навантаження не знижується;

3. Розрахувавши втрати і ККД двигуна можна зробити висновок, що при зміні швидкості електричної машини її ККД змінюється, як показано на рис. тобто зі збільшенням частоти та швидкості обертання ротора збільшуються сумарні втрати за рахунок втрат на перемагнічування сталі, цим можна пояснити нелінійність графіка.

Була розроблена модель управління електродвигуна з у середовищі MATLAB та оцінка електричних параметрів системи. На основі отриманих графіків струму було зроблено висновок, що частотне регулювання дозволяє забезпечити плавний пуск електродвигуна, усуваючи кидки струму, які погано впливають на термін служби обладнання та зняти ударні навантаження, що дозволяє зняти обмеження за кількістю пусків.

Список використаних джерел

1. Sul S.-K. Control of Electric Machine Drive Systems. - IEEE Press/Wiley, 2016. 399 p.

2. Yan G., Rong Z., Guibin L., Kinoshita N. Research of measurement method about electric vehicle high voltage system isolation resistance // in Proc. IEEE Conf. and Expo on Transportation Electrification Asia-Pacific, Beijing, Aug. 31 - Sept. 3, 2014. P. 1-5.

3. Quang N. P., Dittrich J.-A. Vector Control of Three-Phase AC Machines. System Development in the Practice // Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2015. P. 364.

4. Островерхов М.Я., Пижов В.М. Моделювання електромеханічних систем в Simulink: Навч. Посібник для студентів вищих навчальних закладів. – К.: ВД «Стилос», 2008. – 528 с.