

## МОДЕЛЮВАННЯ МЕТОДІВ ПУСКУ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

Вінницький національний технічний університет.

### **Анотація**

*В роботі проведено аналіз методів пуску асинхронних двигунів(АД) з фазним та короткозамкненим ротором(КЗР). Розроблено лабораторний стенд і веб-додаток для емуляції режимів пуску асинхронних двигунів, який прораховує механічні характеристики двигуна в режимі реального часу. Досліджені методи пуску асинхронних двигунів, які є важливими при вирішенні задач управління в системах автоматичної.*

**Ключові слова:** асинхронний двигун, методи пуску, системи автоматичної.

### **Abstract**

*Analysis the methods start asynchronous motors (AM) of the slip ring and squirrel cage(SC). The laboratory stand and a web application for simulation modes start asynchronous motors, which calculates the mechanical characteristics of the engine in real time. The method of starting induction motors that are important in solving problems in automation systems.*

**Keywords:** induction motor, methods of starting, automation systems.

За минулі роки асинхронні двигуни знайшли надзвичайно широке застосування в різних галузях промисловості та сільського господарства. Вони масово використовуються в електроприводі, а малопотужні виконавчі двигуни - в системах управління та автоматичної.

Широке застосування АД пояснюється їх перевагами в порівнянні з іншими двигунами: перш за все, високою надійністю, спроможністю вмикання безпосередньо до мережі живлення, простотою в обслуговуванні. Найчастіше в системах автоматичної застосовуються АД невеликої потужності[1].

Під час пуску АД по обмотках статора та ротора протікають струми, сила яких у кілька разів перевищує номінальне значення[2]. Велика сила пускового струму вкрай небажана як для двигуна, так і для джерела, від якого двигун живиться. Якщо пуски АД здійснюються часто, то пусковий струм призводить до різкого підвищення температури обмоток двигуна, що обумовлює передчасне руйнування ізоляції. В мережі на цей час різко знижується напруга, що негативно впливає на роботу інших приймачів енергії. Тому прямий пуск АД з безпосереднім ввімкненням в мережу допускається лише тоді, коли потужність двигуна набагато менша від потужності джерела. Якщо ж потужність двигуна порівнянна з потужністю джерела, то необхідно вживати заходів до зниження пускового струму[3].

Для здійснення ефективного пуску АД розроблено ряд методів, найбільш поширені розглянуті, проаналізовані та змодельовані в даній роботі. Під час пуску важливо дотримуватися ряду вимог: пуск бажано здійснювати без складних додаткових пристроїв, пусковий момент має бути достатньо великим, а пусковий струми - не значними. В ряді випадків висуваються додаткові вимоги, зокрема: необхідність плавного пуску, максимальний пусковий момент і інші. На практиці використовуються наступні методи пуску АД: безпосереднє вмикання обмотки статора до мережі (прямий пуск); пониження на час пуску підведеної до обмотки статора напруги; застосування пускового реостата (в разі використання АД з фазним ротором) [4,5].

Аналізу та вивченню електромеханічних систем, пристроїв систем автоматичного керування, присвячено багато робіт, але дослідженню та моделюванню методів пуску АД присвячено мало.

Метою даної роботи є розробка віртуального стенду для емуляції та дослідження різних методів пуску АД. В роботі було досліджено: реостатний пуск АД з фазним ротором; прямий пуск АД з КЗР; пуск з перемиканням обмоток "зірка-трикутник"; автотрансформаторний метод; плавний пуск, частотний пуск.

Розроблений авторами стенд - емулятор на мові JavaScript та фреймворку AngularJS. Ці технології дозволили написати веб-додаток який не вимагає оновлення сторінки, тому працює досить швидко, та в режимі реального часу моделює реальні характеристики АД, для дослідження динаміки змін параметрів двигуна під час пуску різними методами. Інтерфейс віртуального стенду-емюлятора пуску асинхронного двигуна представлено на рис. 1.

Проведений аналіз розглянутих методів дозволяє оцінити переваги та недоліки кожного з них, та визначити найкращі методи пуску АД.

Під час дослідження методів пуску АД було практично доведено, що прямий пуск має найбільший стартовий момент, але потребує значного стартового струму. Здійснення запуску за методом «зірка-трикутник» - що пусковий струм навпаки, в три рази менший, але призводить до значного стрибка струму при перемиканні обмоток. Запуск через автотрансформатор потребує найменший струм, проте суттєвим

недоліком є низький пусковий момент і стрибки струму при переході від пониженої напруги до номінальної. При плавному пуску відсутні стрибки напруги, хоча такий метод має відносно понижений пусковий момент. Натомість, запуск за допомогою частотного перетворювача, підтверджує найкращі показники, але потребує обладнання високої вартості.

Розроблений віртуальний стенд-емулятор дозволяє студентам на лабораторних заняттях ознайомитися з теоретичним матеріалом і експериментально дослідити пускові характеристики АД для кожного з зазначених методів.

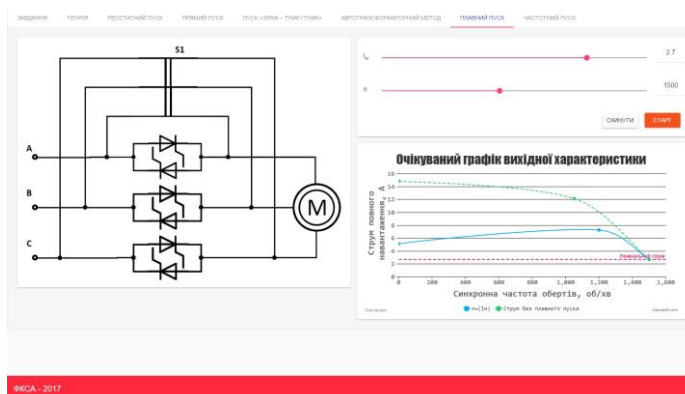


Рис. 1. Інтерфейс віртуального стенду-емулятора пуску асинхронного двигуна

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кацман М.М. Электрические машины автоматических устройств М.: Инфа – М, 2002 – 264 с.
2. Васюра А.С. Електромашинні елементи та пристрої систем управління і автоматики [Електронний посібник]– Вінниця. ВНТУ 2013. – 287с.
3. Грабко В.В., Розводюк М.П., Грабенко І.В. Експериментальні дослідження електричних машин. Частина I. Машини постійного струму. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 86 с.
4. Электрические машины: В 2-х ч. Ч.2: Учеб. для электотехн. спец. вузов. – 2-е изд. перераб. и доп. / Д.Э. Брускин, А.Е. Зорохович, В.С. Хвостов. – М.: Высшая школа, 1987. – 335 с.
5. Електричні машини: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів /Л. Я. Белікова, В. П. Шевченко. – Одеса.: Наука і техніка, 2012. – 480 с.
6. Управление трехфазными двигателями, способы регулирования скорости двигателей [Електронний ресурс]: / Теплов М. К. // - Режим доступу до ст.: <http://electricalschool.info/elprivod/1824-upravlenie-trekhfaznymi-dvigateljami.html>
7. Асинхронные электродвигатели с фазным ротором [Електронний ресурс]: / Жуков В. Н., Мулич Л. И. // - Режим доступу до ст.: <http://electricalschool.info/asinkhronnye-jelektrodvigateli-s-faznym.html>

**Карпюк Юрій Віталійович**– студент групи ІСІ-136, факультет комп'ютерних систем та автоматики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [yuriikarpiuk@i.ua](mailto:yuriikarpiuk@i.ua).

**Васюра Анатолій Степанович** – професор, кафедра автоматики та інформаційно-вимірювальної техніки, ВНТУ, м. Вінниця

**Karpiuk Yurii V.** – Faculty for Computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: [yuriikarpiuk@i.ua](mailto:yuriikarpiuk@i.ua).

**Vasyura Anatoly Stepanovich.** –Ph.D, Professor of Department of Automation and Information Measuring Devices, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa.