

УДК 629.421; 629.405

## **НАТУРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬОВАНОГО АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ**

Хворост М.В., д.т.н.,

Шпіка М.І., к.т.н.

*Харківська національна академія міського господарства*

Тел. 8 (057) 707-33-26

**Анотація** – розглянуто структуру стенду для дослідження асинхронного електропривода з мікропроцесорною системою керування та результати досліджень в режимах пуску і гальмування. Система керування стенду дозволяє задавати режими роботи та змінювати параметри регулятора за допомогою персонального комп'ютера.

**Ключові слова** – частотно-регульований електропривод, мікропроцесорна система керування.

*Постановка проблеми.* Забезпечення конкурентоспроможності міського електротранспорту з іншими видами міського транспорту пов'язане із впровадженням нового пасажирського рухомого складу та одночасним зниженням експлуатаційних витрат. В економічно розвинених країнах міський електротранспорт практично повністю обладнано частотно-регульованим асинхронним електроприводом. Такий електропривод має бути пріоритетним і для міст України. Це дозволить понизити питомі енерговитрати й підвищити надійність електроприводу, зменшити експлуатаційні затрати та збільшити термін служби електроустаткування, поліпшити умови праці обслуговуючого персоналу [1 – 3].

При використанні тягового асинхронного електроприводу появляється можливість збільшити потужність електродвигуна, не виходячи за задані масо-габаритні показники. Завдяки жорсткій механічній характеристиці асинхронного двигуна забезпечується підвищення до 20% зчіпних властивостей в режимах буксування та юзу [4].

*Аналіз останніх досліджень.* За останні роки значно збільшилась також частка частотно-регульованих асинхронних електроприводів і на підприємствах житлово-комунального господарства (ліфтові служби, тепло та водопостачання тощо). Цьому посприяло масове виробництво біполярних транзисторів з ізольованим затвором (IGBT), силових модулів на їх основі та силових інтелектуальних модулів

(IPM) із засобами захисту ключів й інтерфейсами для безпосереднього підключення до мікропроцесорних систем керування (МПСК). А застосування мікроконтролерів дозволило суттєво вдосконалити саму систему керування. Задані характеристики електроприводу підтримуються МПСК впродовж всього строку служби і при необхідності поліпшуються шляхом корегування алгоритмів на програмному рівні.

*Формулювання мети статті.* Тому для підготовки кваліфікованих спеціалістів у даних галузях в вищих навчальних закладах необхідно мати сучасні лабораторні стенди для натурального моделювання частотно-регульованих асинхронних електроприводів та їх дослідження.

*Основна частина.* Структурна схема асинхронного електроприводу такого стенду приведена на рис. 1.

При розробці структури стенду враховувалось ряд вимог. Одна з основних – стенд повинен бути універсальним. Він повинен дозволяти проводити дослідження і лабораторні роботи, натурне моделювання перехідних процесів в електроприводі, яке можна спостерігати електронним осцилографом та на моніторі ПК, змінювати параметри мікропроцесорної системи керування та досліджувати роботу перетворювача частоти, копіювати осцилограми з екрана монітора й вставляти їх в звіти та інше. До складу стенду входить: перетворювач частоти, асинхронний електродвигун, навантажувальна машина, тиристорний перетворювач, мікропроцесорна система керування, гальмівний резистор, електронний осцилограф з пристроєм узгодження, датчики напруги, струму та частоти обертів, а також персональний комп'ютер з інформаційно-керуючою системою.

Така структура стенду дозволяє проводити дослідження частотно-регульованого асинхронного електроприводу в режимах пуску, розгону та гальмування і моделювати перехідні процеси в силових ланцюгах.

На рис. 2 зображена функціональна схема електроприводу стенду, яка розроблена на основі вище обраної структури.

Перетворювач частоти виконано з ланцюгом постійного струму. Він складається з випрямляча, фільтра та інвертора напруги. Випрямляч – наполовину керований, інвертор напруги – на IGBT-транзисторах. Живлення випрямляча забезпечується від мережі живлення 380В 50Гц через автоматичний вимикач. На вихід інвертора напруги підключено асинхронний двигун (АД). В якості навантажувальної машини використовується машина постійного струму незалежного збудження. Машина постійного струму живиться від мережі живлення 220В 50Гц через автоматичний вимикач та тиристорний перетворювач.

Для виміру частоти обертання АД використовується тахогенератор. Датчики напруги, струму та тахогенератор підключені до мікроп-

роцесорної системи керування, яка виконана на базі мікроконтролера TMS320. Мікропроцесорна система керування має зв'язок з інформаційно-керуючою системою, встановленою на персональному комп'ютері, через послідовний канал зв'язку RS485.

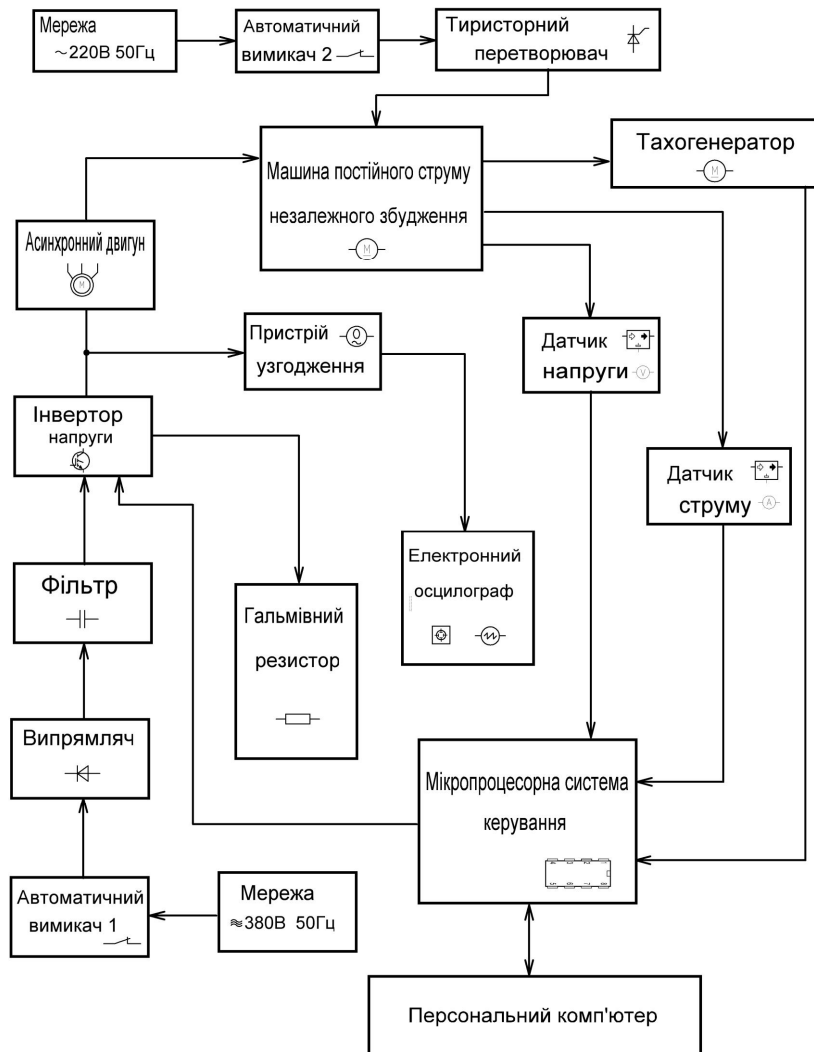


Рис.1. Структурна схема асинхронного електроприводу стенду.

Інформаційно-керуюча система дозволяє змінювати параметри регулятора, задавати час протікання досліду, змінювати закони керування, задавати режими роботи тощо. Інформаційно-керуюча система стенду виконана у вигляді програмного пакету для персонального комп'ютера та призначена для збору, реєстрації й обробки даних, а також контролю перехідних процесів, що протікають в силовій схемі та системі керування електроприводу. Система забезпечує відображення параметрів у реальному часі та їх вивід на монітор комп'ютера. Вона є складовою частиною системи керування стенду.

В стенді встановлено також пристрій узгодження для підключення електронного осцилографа. Це дозволяє спостерігати процеси в силовій схемі електроприводу.

Для забезпечення режиму гальмування використовується гальмівний резистор.

Вибір електричних машин зроблено з оглядом на те, щоб зменшити енергоспоживання стендом.

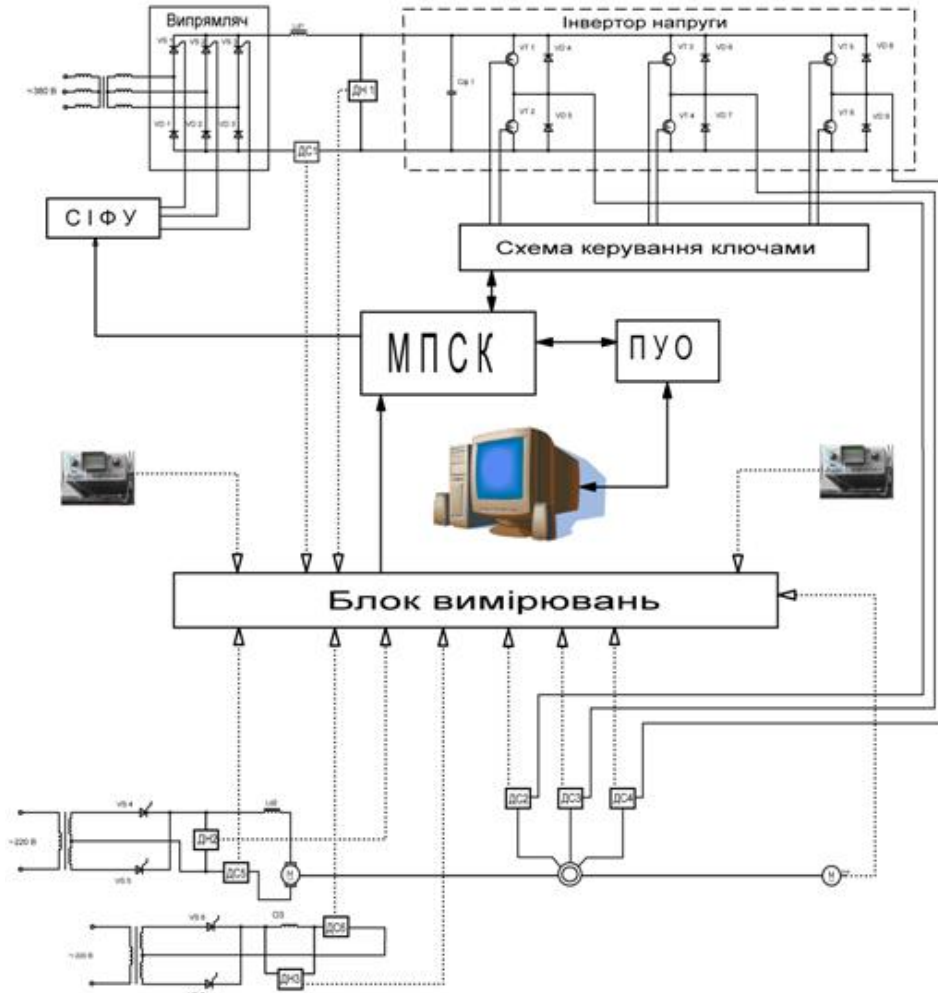


Рис. 2. Функціональна схема електроприводу стенду.

На рис. 3 приведено графік, який ілюструє роботу асинхронного електроприводу в реверсивному режимі.

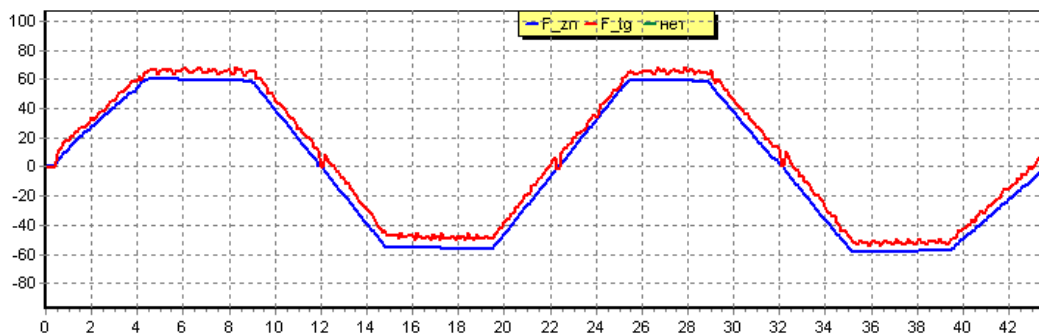


Рис. 3. Графік роботи асинхронного електроприводу в реверсивному режимі.

Графіки, які ілюструють роботу асинхронного електроприводу в режимі динамічного гальмування приведено на рис. 4.

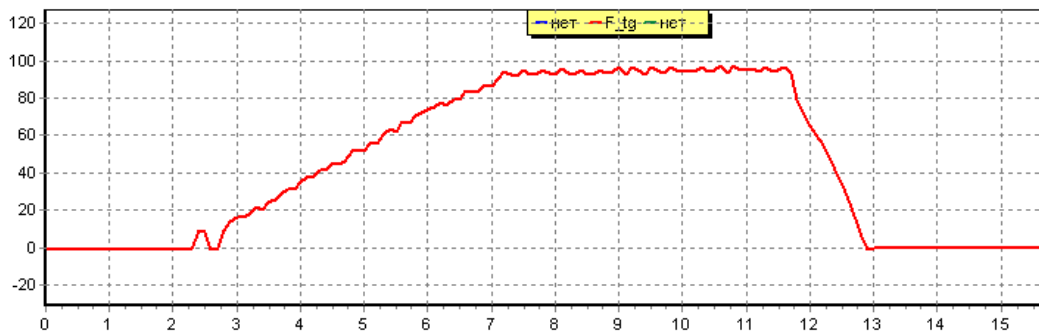


Рис. 4. Графік роботи асинхронного електроприводу в режимі динамічного гальмування.

На рис. 5 приведено графіки, що ілюструють роботу асинхронного електроприводу при рекуперації електроенергії в ланку постійного струму.

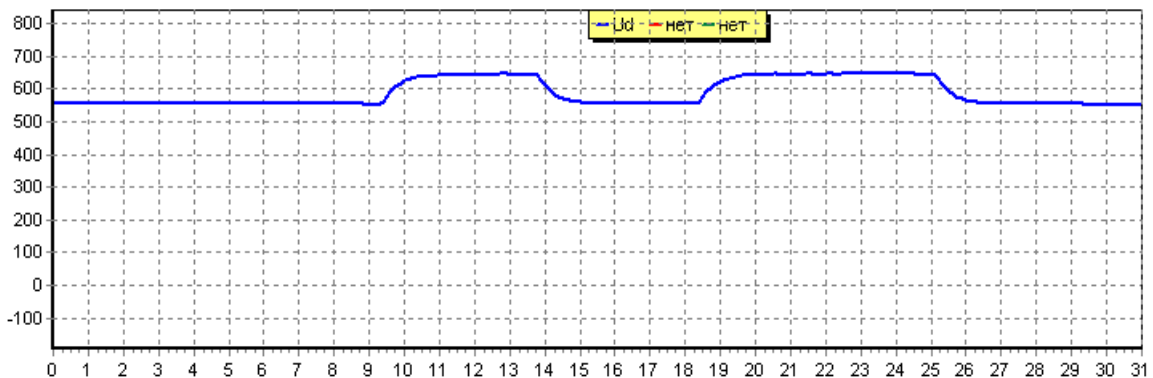


Рис. 5. Графік роботи асинхронного електроприводу при рекуперації електроенергії в ланку постійного струму.

Масштабування графіків проводиться автоматично. Відображені графіки, що виведені на монітор комп'ютера, можна копіювати за допомогою контекстного меню або кнопки Print Screen на клавіатурі у текстовий редактор Word.

*Висновки.* Таким чином, створений стенд забезпечує натурне моделювання частотно-регульованого асинхронного електроприводу з мікропроцесорною системою керування в режимах пуску та гальмування. Крім того, стенд дозволяє вирішувати питання, пов'язанні з оптимізацією параметрів систем керування частотно-регульованих асинхронних електроприводів міського електротранспорту та підприємств житлово-комунального господарства, а також проводити підготовку висококваліфікованих кадрів для роботи у вищезазначених галузях.

### Література

1. *Кириленко А.В.* Энергосберегающий асинхронный электропривод / *А.В. Кириленко, І.В. Волков* // Вестник национального технического университета «Харьковский политехнический институт». – Харьков: НТУХПИ, 2008. – Вып. 30. – С.22-26.
2. *Замятіна Е.* Двигуни для транспорту майбутнього / *Е. Замятіна*. – Енергія: економіка, техніка, екологія. 2005. – №2. – С.18-20.
3. *Далека В.Х.* Перспективи впровадження тягового асинхронного електроприводу / *В.Х. Далека, В.Ф. Харченко, М.І. Шпіка* // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Вип. 73. – Т. 1. – Харків: ХНТУСГ, 2008. – С.104-105.
4. *Носков В.І.* Стан і перспективи впровадження тягових електроприводів змінного струму / *В.І. Носков, М.І. Шпіка*. – Гідроенергетика України. 2006. – №2. – С.63-68.

## НАТУРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Хворост М.В., Шпіка М.И.,

### *Аннотация*

Рассмотрена структура стенда для исследования асинхронного электропривода с микропроцессорной системой управления и результаты исследований в режимах пуска и торможения. Система управления стенда позволяет задавать режимы работы и изменять параметры регулятора с помощью персонального компьютера.

## NATURAL MODELING OF VARIABLE FREQUENCY ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVE

M. Khvorost, M. Shpika

### *Summary*

The structure of the stand for investigation of the asynchronous electric drive with microprocessor control system and the results of the research in the mode of starting and braking. The control system of the stand allows you to set the operation mode and change the settings of the controller to a personal computer.