

досліджень перехідних режимів, пов'язаних зі стрімкою зміною метеоумов та залученням інших наявних в системі електростанцій для підтримки балансу потужності.

#### Список використаних джерел

1. Інформація про об'єкти альтернативної енергетики, яким встановлено "зелений" тариф [Електронний ресурс]. Режим доступу: [http://www.nerc.gov.ua/data/filearch/elektro/energo\\_pidpnyemstva/stat\\_info\\_zelenyi\\_taryf/2020/stat\\_zelenyi-taryf.01-2020.pdf](http://www.nerc.gov.ua/data/filearch/elektro/energo_pidpnyemstva/stat_info_zelenyi_taryf/2020/stat_zelenyi-taryf.01-2020.pdf)
2. Paris agreement [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://treaties.un.org/doc/Treaties/2016/02/20160215%2006-03%20PM/Ch\\_XXVII-7-d.pdf](https://treaties.un.org/doc/Treaties/2016/02/20160215%2006-03%20PM/Ch_XXVII-7-d.pdf)
3. Перелік стандартних значень коефіцієнтів від Biograce [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://sace.gov.ua/sites/default/files/CF\\_BIoGrace.pdf](https://sace.gov.ua/sites/default/files/CF_BIoGrace.pdf)
4. Лежнюк П.Д. Балансова надійність електричної мережі з фотоелектричними станціями: монографія / П. Д. Лежнюк, В. О. Комар, С. В. Кравчук та ін. Вінниця : ВНТУ, 2018.
5. Дослідження режимів роботи ОЕС України та її розвиток в контексті впровадження відновлювальних джерел електроенергії // ТОВ «Донецький 129 головний комп'ютеринговий центр». К.: Інститут відновлюваної енергетики НАН України. 2012.
6. Варламов Г.Б., Любчик Г.М., Маляренко В.А. Теплоенергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії. Підручник. К.: «Політехніка», 2003.

---

УДК 621.316

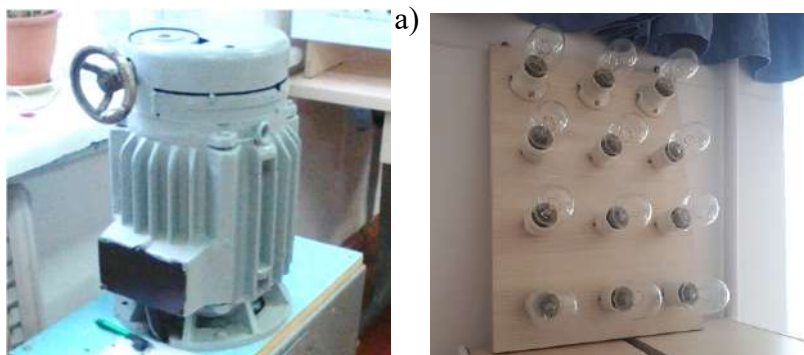
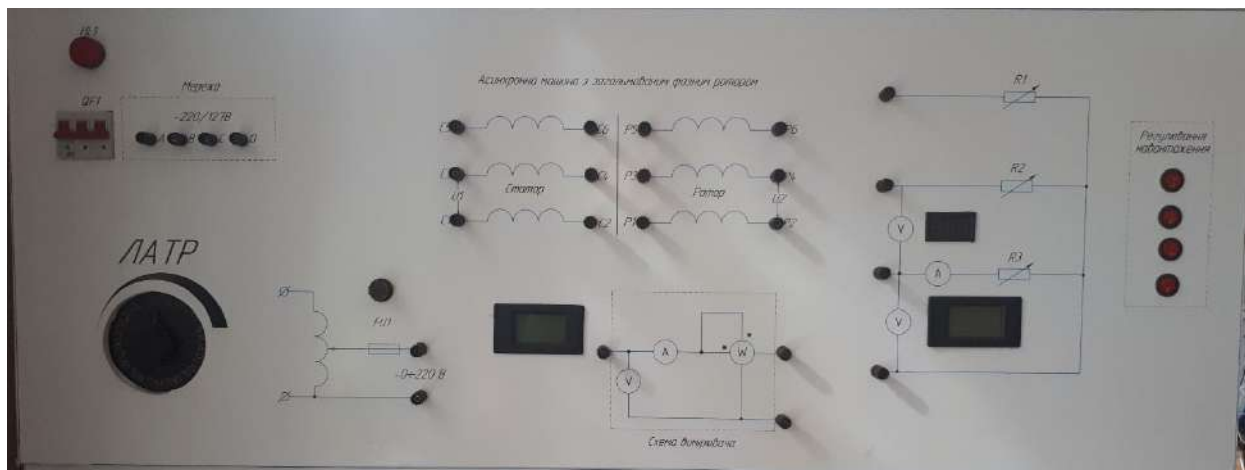
### ВИКОРИСТАННЯ ФІЗИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА З ЗАГАЛЬМОВАНИМ РОТОРОМ В ПРАКТИЧНІЙ ПІДГОТОВЦІ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗА ТЕХНІЧНИМ СПРЯМУВАННЯМ

Грищенко Д. В., студ. гр. ЕМ-181

Безручко В. М., к.т.н., доцент кафедри електричних систем і мереж  
Національний університет «Чернігівська політехніка»

*Актуальність.* Під час підготовки здобувачів вищої освіти за технічним спрямуванням особливу увагу приділяють вивченню теорії та отримання практичних навиків роботи з електричними машинами. Одним з видів машин є асинхронні машини з фазним ротором, який загальмовано. Такий пристрій широко застосовується в автоматичі та лабораторному устаткуванні.

*Виклад основного матеріалу.* Для розвитку та закріплення практичних знань та навиків у студентів, було розроблено лабораторний стенд (рис. 1), який складається з таких основних частин: ЛАТР, трифазна асинхронна машина з фазним ротором, ротор якого загальмовано за допомогою черв'ячного редуктора (рис. 1,б), трифазне навантаження в вигляді набору ламп розжарення (рис. 1,в), вимірювальна та комутаційна апаратура. Для зручності усі контакти електричної машини, навантаження та вимірювальних приладів винесено на набірне поле на яке нанесено схемні позначення (рис. 1,а). В якості вимірювальних приладів використовуються два вбудовані цифрові ватметри з функцією виміру напруги та струму та цифровий вольтметр. Для більш точних вимірів може бути застосоване інше прецензійне вимірювальне обладнання.



б)

в)

Рис. 1. Зовнішній вигляд стенду, який складається з комутаційного поля (а), трифазної асинхронної машини з фазним ротором, ротор якого загальмовано за допомогою черв'ячного редуктора (б), трифазного навантаження в вигляді набору ламп розжарення (в)

В залежності від схеми з'єднань обмоток ротора і статора між собою можна отримати: фазорегулятор, індукційний регулятор та регульовану реактивну котушку.

Фазорегулятор дозволяє змінювати фазу вторинної напруги відносно первинної при незмінній амплітуді вторинної напруги. Зміна фази вторинної напруги здійснюється поворотом ротора щодо статора за допомогою черв'ячного редуктора. Фазорегулятор іноді називають поворотним трансформатором. Для отримання фазорегулятора з асинхронної машини слід зібрати схему (рис. 2,а). Такий пристрій широко застосовується в автоматичі та лабораторному устаткуванні.

Індукційний регулятор дозволяє плавно регулювати напругу, однак недоліком є те, що при повороті ротора змінюється також і фаза вихідної напруги. Індукційні регулятори застосовуються у тих випадках, коли необхідне плавне регулювання напруги, наприклад при лабораторних дослідженнях. Для отримання індукційного регулятора з асинхронної машини слід зібрати схему (рис. 2,б).

Під час лабораторної роботи фазорегулятор та індукційний регулятор випробовують, вимірюючи як змінюється векторна діаграма напруг на обмотках при зміні кута повороту ротора та при зміні навантаження.

Для утворення з трифазної асинхронної машини регульованої реактивної котушки слід зібрати схему (рис. 2,в-г), у якій обмотки статора і ротора з'єднані послідовно або паралельно. Вибір схеми з'єднання визначається номінальними напругами обмоток статора і ротора відносно живлячої напруги, а також діапазоном регулювання індуктивного опору [1].

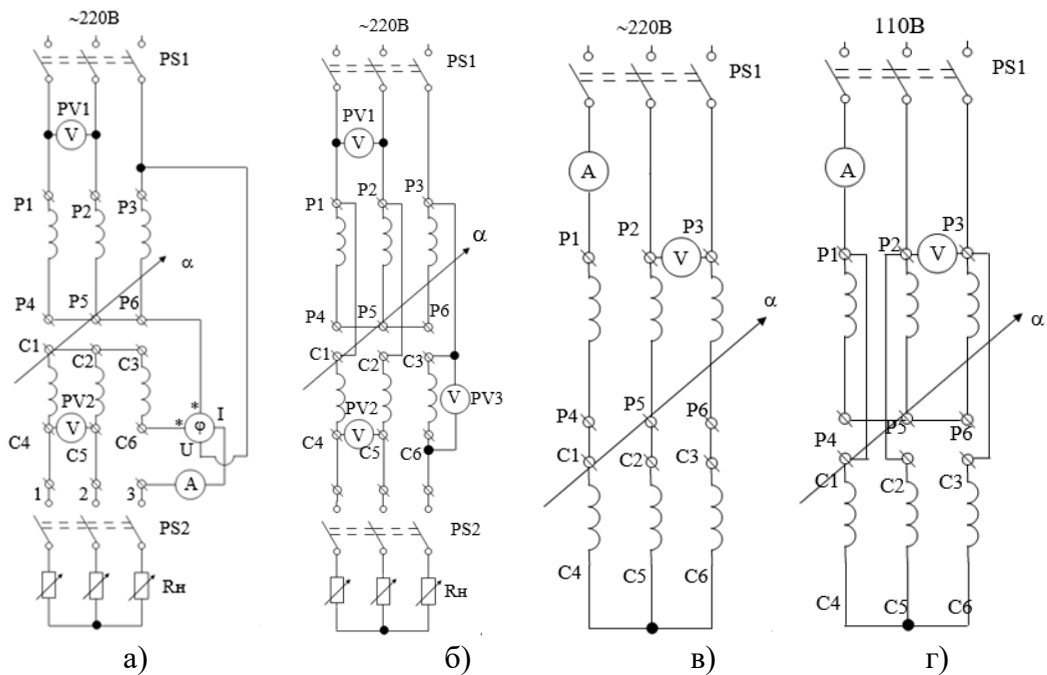


Рис. 2. Схеми з'єднань обмоток ротора і статора: а) схема фазорегулятора; б) схема індукційного регулятора; в) схема регульованої реактивної котушки з послідовно з'єднаними обмотками статора і ротора; г) схема регульованої реактивної котушки з паралельно з'єднаними обмотками статора і ротора

Використання такого лабораторного стенду під час виконання практичних робіт здобувачами вищої освіти дає змогу:

- отримати практичні навички збирання схем регуляторів на інформативній основі;
- випробувати фазорегулятор та індукційний регулятор при різному навантаженні та побудувати векторні діаграми напруг на обмотках за даними дослідів, що дозволяє більш детально освоїти матеріал;
- випробувати асинхронну машину у режимі регульованої реактивної котушки та отримати залежність активного та індуктивного опору від кута повороту ротора машини, що дає оцінити можливості машини та закріпити теоретичний матеріал.

Даний лабораторний стенд може використовуватися не лише для отримання практичних навичок користування та ілюстрації теоретичних положень, але може бути експериментальною базою для випробування інших електричних машин [2]. Наприклад, трансформаторів.

**Висновок.** Розроблений лабораторний стенд дозволяє випробувати трифазну асинхронну машину з фазним ротором в режимах фазорегулятора, індукційного регулятора та регульованої реактивної котушки, що дає здобувачам вищої освіти ілюстрацію теоретичних положень та дозволяє закріпити теоретичний матеріал. Такий стенд може бути експериментальною базою для випробування інших електричних машин.

#### Список використаних джерел

1. Електричні машини : Навчальний посібник / Геннадій Григорович Півняк, Василь Павлович Довгань, Федір Павлович Шкрабець; В.о. Нац. гірничий ун-т.– Дніпропетровськ : Нац. гірничий ун-т, 2003.– 327 с.
2. Калекуст М.Е. Руководство к лабораторным работам по электрическим машинам. – Киев: Урожай, 1967. – 168 с.