

УДК 621.313.333.02

## ОСОБЛИВОСТІ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЛАБОРАТОРНОЇ БАЗИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ НА ПРИКЛАДІ ФІЗИЧНОЇ МОДЕЛІ ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ

**М. А. Кобилянський, О. О. Сердюк, О. Л. Величко**

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського  
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: [saue@kdu.edu.ua](mailto:saue@kdu.edu.ua)

Сформульовано вимоги до сучасної лабораторної бази з дисциплін «Автоматизований електропривод типових промислових механізмів» та «Автоматизація типових технологічних процесів». Наведено приклад модернізації фізичної моделі системи вентиляції та розглянуто можливості такого комплексу.

**Ключові слова:** лабораторна база, інноваційний підхід, фізична модель, система вентиляції.

## ОСОБЕННОСТИ МОДЕРНИЗАЦИИ ЛАБОРАТОРНОЙ БАЗЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА НА ПРИМЕРЕ ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ УСТАНОВКИ

**М. А. Кобылянский, А. А. Сердюк, А. Л. Величко**

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского  
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: [saue@kdu.edu.ua](mailto:saue@kdu.edu.ua)

Сформулированы требования к современной лабораторной базе по дисциплинам «Автоматизированный электропривод типовых промышленных механизмов» и «Автоматизация типовых технологических процессов». Приведены примеры модернизации физической модели системы вентиляции и рассмотрены возможности такого комплекса.

**Ключевые слова:** лабораторная база, инновационный подход, физическая модель, система вентиляции.

**АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.** Вища школа традиційно є установою, де зосереджено ресурси, що забезпечують підготовку висококваліфікованих кадрів. Успішне конкурування випускників технічних ВНЗ на ринку праці можливе лише при достатньо високому рівні теоретичної та інженерно-практичної підготовки. Особливу роль у цьому відіграє лабораторний практикум, призначений для закріплення студентами отриманих теоретичних знань та придбання практичних навичок роботи на реальному обладнанні.

Аналіз лабораторної бази університетів України з електротехнічних спеціальностей показав, що зазвичай навчальні лабораторії залишаються оснащені застарілим обладнанням, яке залишилося з часів формування відповідних кафедр та факультетів [1]. Це обумовлює необхідність модернізації та оснащення лабораторної бази сучасним дослідницьким обладнанням, що дозволить учбовому закладу динамічно реагувати на зміни в освіті та науці, орієнтуватися на потреби промисловості та попиту ринку праці. При цьому необхідно враховувати інноваційний підхід використання автоматизованих електромеханічних систем, який базується на поєднанні знань суміжних навчальних дисциплін та допоможе студентів застосовувати отримані знання, вміння й навички для вирішення задач професійної діяльності [2, 3].

Така інтеграція лабораторних та практичних занять з дисциплін «Автоматизований електропривод типових промислових механізмів» (АЕП ТПМ) та «Автоматизація типових технологічних процесів» (АТП), на думку авторів, дозволить у повному обсязі забезпечити проходження майбутньому фахівцю циклу досліджень: від вивчення системи автоматизованого електроприводу того чи іншого промислового механізму до розробки

алгоритмів функціонування, програмування та налагодження обладнання технологічного комплексу, що сприятиме підвищенню інтелектуального й професійного рівня студента.

Метою роботи є обґрунтування вимог до сучасної лабораторної бази з дисциплін АЕП ТПМ та АТПП на прикладі фізичної моделі системи вентиляції.

**МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.** Аналіз [1, 4, 5] дозволив сформулювати вимоги до лабораторної бази з дисциплін АЕП ТПМ та АТПП. Таким чином, фізична модель технологічного комплексу повинна

володіти гнучкістю в модернізації та розширенні функціональних можливостей;

мати універсальність для використання в декількох технічних дисциплінах, передбачених учбовим планом спеціальності, та науково-дослідних роботах кафедри;

забезпечувати високу наочність функціонування технологічного об'єкта, що досліджується, та протікаючих у ньому процесів;

включати елементи науково-технічного прогресу з урахуванням проблематики регіону;

відповідати високому рівню безпечності та сигналізації при проведенні дослідницьких робіт.

2008 року на кафедрі «Системи автоматичного управління та електропривод» уведено в експлуатацію функціонально завершену фізичну модель, призначену для дослідження режимів роботи системи вентиляції учбових лабораторій кафедри, яка включала у свій склад: асинхронно-регульований електропривод; електрифіковані пасивні регулятори, оснащені датчиками положення; датчики контролю повітряного середовища (температури, вологості, процентного вмісту кисню), які розміщено в учбових лабораторіях; аналогово-цифровий та цифро-аналоговий перетворювачі (АЦП, ЦАП); персональний комп'ютер.

Швидкоплинний розвиток технологічних засобів автоматизації, необхідність виміру миттєвих значень електричних, технологічних та механічних параметрів при функціонуванні технологічного об'єкта, низький рівень сигналізації, невідповідності вентиляторного комплексу вимогам учбового процесу та інше дозволили констатувати моральний знос обладнання, що призвело до необхідності модернізації фізичної моделі системи вентиляції.

З урахуванням розглянутого вище, функціональна схема модернізованої фізичної моделі вентиляційної установки має вигляд (рис. 1). Зупинимося більш детально на технічних рішеннях, що використовуються в лабораторному комплексі.

Як вентилятор у фізичній моделі вентиляційної установки використовується радіально-канальний вентилятор (В) фірми Remak, що працює на складну розгалужену аеродинамічну систему з установленими запірною-регульованою арматурою та вимірювальним обладнанням. Як електропривод (ЕП) вентилятора використовується частотно-регульований асинхронний двигун (АД) з функцією контролю температури, оснащений низьковольтним трифазним перетворювачем частоти (ПЧ) ACS 350 потужністю 5,5 кВт. Контроль швидкості обертання робочого колеса вентилятора виконується тахогенератором постійного струму (ТГ), що встановлено на одному валу з вентиляторним агрегатом.

Для оцінювання енергетичних характеристик регульованого електропривода вентилятора в силовому колі системи ПЧ-АД встановлено блок датчиків електричних параметрів, до складу якого входить комплект датчиків напруги (ДН1-ДН4) та струму (ДС1-ДС4), принцип дії яких базуються на ефекті Холла.

Контроль та індикація тиску й швидкості руху потоку повітря на ділянках аеродинамічної мережі виконується датчиками тиску (ДТ<sub>Pa1</sub>-ДТ<sub>Pa5</sub>) та швидкості (ДШ1-ДШ5), відповідно, що дозволяє досліджувати енергетичну ефективність різних методів регулювання продуктивності вентиляторної установки та динамічні процеси при функціонуванні аеродинамічного комплексу, аналізувати розподіл втрат енергії в складній аеродинамічній мережі.



Для місцевого керування та апаратної організації замкнутих за тиском, температурою та вологістю систем керування ЕП вентилятора фізичну модель вентиляційної установки (ВУ) оснащено ПІД-регуляторами ТРЦ1, ТРЦ2 та ТРМ 210, які мають: універсальний вимірювальний вхід 4–20мА; цифрові індикатори, що відображають поточне та задане значення параметру, що стабілізується; RS–485 інтерфейс зв'язку; сучасний алгоритм автонастроювання.

З урахуванням можливості гнучкого й неконфліктного керування перерозподіленням повітряного потоку між вентиляльованими приміщеннями при стабілізації мікрокліматичних параметрів, аеродинамічну мережу лабораторного комплексу оснащено запірно-регулюючою арматурою (шибери 31–37) фірми LKS, обладнану електрифікованим приводом (ПЗ1–ПЗ7) Belimo. Слід відмітити, що резистивними датчиками положення оснащено засувки 32–37, а засувка 31, яку встановлено у всмоктувальному трубопроводі вентилятора, обладнано пружинним механізмом, що забезпечує закриття шибера при відсутності напруги на ЕП ПЗ1.

Оцінювання мікрокліматичних параметрів вентиляльованих приміщень базується на контролі поточних значень температури та вологості, що здійснюється блоком БД1–БД5, кожний з яких укомплектовано датчиком температури ( $DT_1^{01}$ – $DT_1^{07}$ ) марки LM135 та вологості (ДВ1–ДВ7) фірми Napewel, відповідно.

Для оцінювання та стабілізації мікроекологічних параметрів одне з вентиляльованих приміщень оснащено газоаналізатором (ГА) АГ0011, який виконує безперервний вимір об'ємної частини кисню.

Обробка та моніторинг технологічних, електричних, мікрокліматичних, мікроекологічних параметрів, формування сигналів керування та налаштування пристроїв фізичної моделі системи вентиляції здійснюється за допомогою ЕОМ, що укомплектовано АЦП–ЦАП, та спеціалізованим програмним забезпеченням на базі програмних пакетів LabView та Zenon.

Таким чином, використання модернізованої фізичної моделі системи вентиляції в учбовому процесі дозволить:

- на більш високому рівні підготувати студента до практичної реалізації інженерно-технічних рішень;
- оцінити енергоефективність методів регулювання параметрів вентиляційної установки;
- виконати аналіз ефективності провітрювання учбових приміщень;
- вивчити специфіку дистанційного керування вентиляційним обладнанням і побудови замкнутих систем стабілізації електричних, технологічних, мікрокліматичних та мікроекологічних параметрів;
- досліджувати статичні та динамічні режими роботи системи вентиляції;
- отримати навички роботи із сучасним обладнанням та програмним забезпеченням (Zenon та LabView), що використовується в автоматизованих системах керування технологічним процесом;
- вивчити принципи побудови та функціонування силових перетворюваних пристроїв;
- досліджувати енергетичні процеси в складних електричних і електромеханічних перетворювачах енергії;
- виконати оцінювання ресурсу та технічного стану електромеханічних систем на базі складової миттєвої потужності та показників якості перетворення енергії;
- отримати навички налаштування сучасних ПІД-регуляторів при автоматизації й стабілізації технологічних і мікрокліматичних параметрів у системах вентиляції.

**ВИСНОВКИ.** Функціональні можливості модернізованої фізичної моделі системи вентиляції дозволили сформулювати наступні теми лабораторних занять з дисциплін «Автоматизований електропривод типових промислових механізмів» та «Автоматизація типових технологічних процесів»:

- дослідження навантажень і енергетичних характеристик вентиляторної установки при регулюванні технологічних параметрів пасивними регуляторами;
- енергетичні характеристики вентиляторної установки при регулюванні технологічних параметрів частотно-регульованим електроприводом;
- дослідження динамічних характеристик частотно-регульованого електроприводу при стабілізації тиску в аеромережі;
- вивчення функціональних можливостей місця оператора системи управління вентиляцією;
- дослідження системи стабілізації температури й вологості в лабораторії «Силова перетворювальна техніка і засоби керування вентиляційними установками»;
- дослідження системи контролю та підтримки тиску в аеромережі.

Структура лабораторного комплексу з дослідження режимів роботи системи вентиляції являється базовою в організації мережевої лабораторії з дисциплін, формуючих напрямок «Електромеханіка» з можливістю дистанційного керування через Internet та мобільний зв'язок.

Можливості розглянутої фізичної моделі дозволяють її використання в лабораторних практикумах інших навчальних дисциплін та наукових дослідках кафедри.

Матеріали, приведені в статті, є узагальнюючим досвідом практичної побудови автоматизованих технологічних комплексів співробітників кафедри «Системи автоматичного управління та електропривод» протягом декількох років.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Прітченко О.В., Калінов А.П., Мельников В.О. Використання дрібномасштабних фізичних моделей для дослідження систем керування електроприводами // Вісник КДПУ. – Кременчук: КДПУ, 2010. – Вип. 3/2010 (62). – С. 184–188.
2. Барбина Е.С., Семиченко В.А. Идеи интеграции, системности и целостности в теории и практике высшей школы. Режим доступа: [http://www.nbuv.gov.ua/portal/soc\\_gum/vchu/N149/N149p031-037.pdf](http://www.nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/vchu/N149/N149p031-037.pdf).
3. Гладир А.І., Пупинін С.П. Концепція викладання циклу спеціальних дисциплін фахової підготовки інженерів-електромеханіків // Вісник КДПУ. – Кременчук: КДПУ, 2008. – Вип. 3/2008 (50). – С. 54–57.
4. Новиков А.В., Повернов Е.С., Сыпин Е.В. Лабораторный учебный комплекс с возможностью удаленного доступа через интернет. – Режим доступа: [http://elib.altstu.ru/elib/books/Files/pv2006\\_02\\_2/pdf/101novikov.pdf](http://elib.altstu.ru/elib/books/Files/pv2006_02_2/pdf/101novikov.pdf).
5. Перцовский Н.И. Лабораторная автоматизация: организация современных приборных комплексов систем проведения экспериментов и испытаний. – Режим доступа: <http://www.actech.ru/files/pdf/RMMAG200506.pdf>.

#### **ESPECIALLY THE MODERNIZATION OF LABORATORY FACILITIES AUTOMATION SYSTEMS FOR RESEARCH ELECTRIC DRIVE AN EXAMPLE OF PHYSICAL MODELS THE AIR HANDLING UNIT**

**M. Kobylianskii, A. Serdiuk, A. Velichko**

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: [sau@kdu.edu.ua](mailto:sau@kdu.edu.ua)

The requirements to modern laboratory facilities for the disciplines "Automatic Electric model industrial machinery" and "Automation of standard processes." The examples of the modernization of the physical model of the ventilation system and the possibilities of such a complex.

**Key words:** laboratory facilities, innovative approach, the physical model, the ventilation system.

#### REFERENCES

1. Pritchenko A.V., Kalinov A.P., Melnikov V.A. Application of small-scale physical models for research of electric drives control system // *Transaction of KDPU*. – Kremenchuk: KDPU, 2010. – Iss. 3/2010 (62). – PP. 184–188. [in Russian]
2. Barbina E.S., Semichenko V.A. *The idea of integration, consistency and integrity in the theory and practice of higher education*. – Mode of access: [http://www.nbuu.gov.ua/portal/soc\\_gum/vchu/N149/N149p031-037.pdf](http://www.nbuu.gov.ua/portal/soc_gum/vchu/N149/N149p031-037.pdf).
3. Gladir A.I., Pupinin S.P. Kontseptsiya vkladannya cycle spetsialnih distsiplin fahovoi pidgotovki inzheneriv-elektromehaniiv // *Transaction of KDPU*. – Kremenchuk: KDPU, 2008. – Iss. 3/2008 (50). – PP. 54–57. [in Russian].
4. Novikov A.V., Povernov E.S., Siping E.V. *Laboratory training complex with remote access via the Internet*. – Mode of access: [http://elib.altstu.ru/elib/books/Files/pv2006\\_02\\_2/pdf/101novikov.pdf](http://elib.altstu.ru/elib/books/Files/pv2006_02_2/pdf/101novikov.pdf).
5. Pertsovsky N.I. *Laboratory automation: the organization of modern instrumental complex systems experimentation and testing*. – Mode of access: <http://www.actech.ru/files/pdf/RMMAG200506.pdf>.



Кобылянський Максим Анатольевич,  
асистент каф. «Системы автоматического управления и электропривод»  
КрНУ,  
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина,  
тел. (05366) 3-11-47,  
E-mail: [saue@kdu.edu.ua](mailto:saue@kdu.edu.ua)



Сердюк Александр Александрович,  
асистент каф. «Системы автоматического управления и электропривод»  
КрНУ,  
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина,  
тел. (05366) 3-11-47,  
E-mail: [saue@kdu.edu.ua](mailto:saue@kdu.edu.ua)



Величко Александр Леонидович,  
асистент каф. «Системы автоматического управления и электропривод»  
КрНУ,  
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина,  
Тел. (05366) 3-11-47,  
E-mail: [saue@kdu.edu.ua](mailto:saue@kdu.edu.ua)

Стаття надійшла 28.01.2013  
Рекомендовано до друку  
д.т.н., проф. Чермалихом В.М.