

УДК 378.14 (477)

Постол Ю.О., к.т.н., доц., Стручаєв М.І., к.т.н., доц.
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного

ВІРТУАЛЬНІ ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ З КУРСУ «ТЕПЛОТЕХНІКА»

Анотація. У статті узагальнено практичний досвід по впровадженню програмного комплексу віртуальних лабораторних робіт з дисципліни «Теплотехніка». Такий комплекс дає можливість отримання досвіду роботи на певному обладнанні при очній та заочній формах навчання, а також при дистанційній освіті.

Ключові слова: дистанційна освіта, теплотехніка, лабораторні роботи.

Постановка проблеми. З метою підвищення якості при підготовці інженерних кадрів в сучасній технології навчання використовуються різні активні методи. Однією з форм закріплення і доповнення теоретичних знань, отриманих на лекційних заняттях, є лабораторні роботи, в яких перед студентами ставляться завдання навчально-дослідного характеру в спеціально обладнаних аудиторіях на стендових лабораторних роботах [1].

Аналіз останніх досліджень і публікації. Підготовка фахівця в технічному ЗВО вимагає сучасну лабораторну базу. Забезпечити якість підготовки, прискорити процес освоєння досліджуваного матеріалу можна за рахунок комп'ютерного моделювання реальних процесів, проведення імітаційних та віртуальних лабораторних робіт [2].

Формулювання цілей статті. Метою даної статті є створення програмного комплексу віртуальних лабораторних робіт з дисципліни «Теплотехніка», який дасть можливість отримання досвіду роботи на певному обладнанні при очній та заочній формах навчання, а також при дистанційній освіті.

Виклад основного матеріалу досліджень. На кафедрі розробляються віртуальні лабораторні стенди, які є аналогами реальних лабораторних установок, для яких використовуємо математичні моделі імітованих процесів термодинаміки, тепломасообміну і теплотехніки в цілому, що забезпечує наочність досліджуваних процесів і дозволяє провести їх аналіз в необмеженому діапазоні умов [3-5].

Віртуальна лабораторна робота буде складатися з:

- робочого місця викладача;
- робочого місця студента;

- дистанційного робочого місця (віддалене робоче місце студента дозволяє виконувати лабораторні роботи поза аудиторією).

Програмне забезпечення віртуальних лабораторних стендів буде складатися з математичної моделі, яка описує процеси, що відбуваються в лабораторній установці і візуального відображення елементів, зв'язків і стану лабораторної установки і елементів управління нею. При цьому також відображаються і візуальні анімаційні ефекти: кипіння, горіння, випаровування і т.д [6].

Управління лабораторними стендами (пуск, стоп, пауза, зміна режиму роботи і таке інше) здійснюється віртуальними органами управління, які візуально повторюють реальні вимірювальні прилади та обладнання.

До кожної лабораторної роботи розробляються методичні вказівки.

В ході роботи викладач може задавати студенту різні параметри для проведення дослідів (наприклад, для роботи «Визначення коефіцієнта теплопровідності сільськогосподарських матеріалів» це досліджуваний матеріал, його товщина), а також переглядати на комп'ютері результати виконання лабораторних робіт і аналізувати статистику по студентах і по виконаних роботах. При проведенні лабораторної роботи викладач має можливість втрутитися в роботу студента: зупинити виконання, перезапустити процес, переглянути параметри.

При роботі з віртуальним стендом в залежності від виконуваного завдання студент має можливість самостійно змінювати параметри установки: включати або вимикати її, змінювати температуру, причому при спробі некоректного або небезпечного управління експериментом відбувається видача повідомлень. Наприклад: якщо при проведенні роботи режим «Нагрів» включений, а режим «Циркуляція» вимкнений, то при досягненні певної температури робота буде аварійно зупинена через вихід установки з ладу.

Перед початком проведення роботи викладач формує і видає завдання для студента (теоретична довідка, методичні вказівки, набір робіт для виконання, початкові параметри). Студент вивчає теоретичну довідку і виконує лабораторну роботу згідно з методичними вказівками. Після виконання студентом завдання автоматично формується звіт з параметрами роботи. Звіт про виконану роботу студент готує самостійно. Такі лабораторні роботи можуть виконуватися дистанційно, що є цінним при проведенні занять для заочної форми і дуального навчання.

На нашій кафедрі для впровадження були обрані віртуальні стенди для проведення лабораторних робіт з термодинаміки, теплопровідності і теплообмінних апаратів, циклам парокомпресійних холодильних машин і циклам двигунів внутрішнього згорання.

Віртуальні стенди для проведення лабораторних робіт з термодинаміки (рис. 1,2): «Дослідження зміни параметрів ідеального газу в ізобарному процесі», «Дослідження ізотермічного процесу стиснення робочого тіла».

Віртуальний стенд «Дослідження зміни параметрів ідеального газу в ізобарному процесі». Мета роботи: набути навичок визначення параметрів

стану ідеального газу і досліджувати їх зміни в ізобарному процесі, за допомогою аналітичних формул і побудови діаграм в $p - v$ та $T - s$ координатах.



Рис. 1. Установка до лабораторної роботи «Дослідження зміни параметрів ідеального газу в ізобарному процесі».

У роботі використовуються: нагрівач, теплообмінник, індикатори об'єму, температури, тиску, реєстратор



Рис. 2. Установка до лабораторної роботи «Дослідження ізотермічного процесу стиснення робочого тіла».

У роботі використовуються: нагрівач, теплообмінник, індикатори об'єму, температури, тиску, реєстратор

Віртуальні стенди для проведення лабораторних робіт з тепломасообміну, теплопровідності і теплообмінних апаратів: «Визначення коефіцієнта теплопровідності сільськогосподарських матеріалів», «Випробування теплообмінного апарату типу «труба в трубі» (рисунок 3, 4).

Мета роботи «Визначення коефіцієнта теплопровідності сільськогосподарських матеріалів»: вивчення методики та експериментальне визначення коефіцієнта теплопровідності сільськогосподарських матеріалів і закріплення знань з теорії теплопровідності [8].

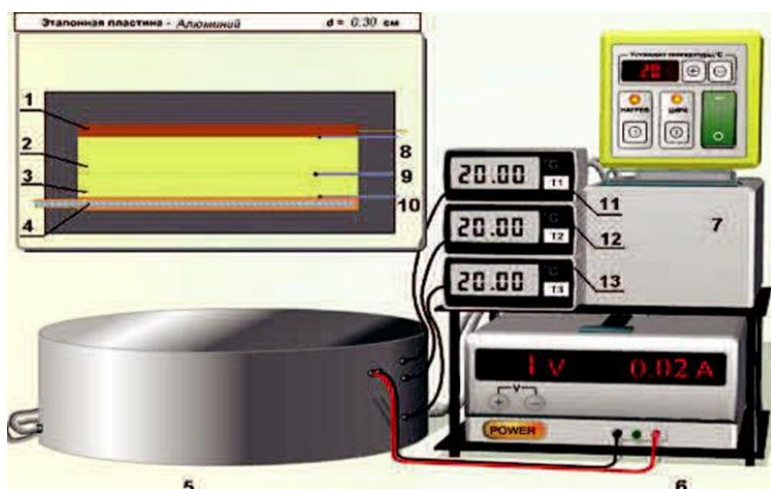


Рис. 3. Установка до лабораторної роботи «Визначення коефіцієнта теплопровідності сільськогосподарських матеріалів». У роботі використовуються: 1 - нагрівач; 2, 3 - зразок; 4 - холодильник; 5 - теплоізоляційний кожух; 6 - регульоване джерело живлення; 7 - термостат; 8, 9, 10 - термопари; 11, 12, 13 - індикатори температури

«Випробування теплообмінного апарату типу «труба в трубі». Мета роботи: вивчення методики випробування та експериментального визначення раціональних режимів роботи теплообмінника.



Рис. 4. Установка до лабораторної роботи «Випробування теплообмінного апарату типу «труба в трубі».

У роботі використовуються: нагрівач, трубчастий теплообмінник типу «труба в трубі», індикатори температур, термопари, охолоджувач, реєстратор.

Віртуальні стенди для проведення лабораторних робіт по циклам парокompресійних холодильних машин [9,10] і циклам двигунів внутрішнього згоряння (рис. 5, 6).

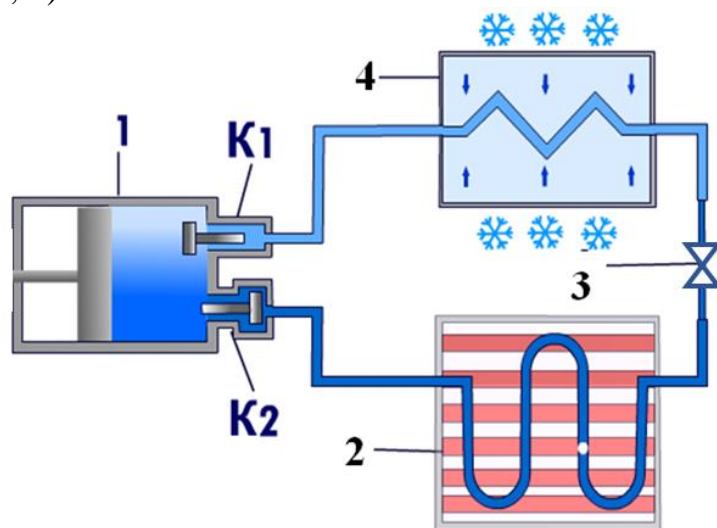


Рис. 5. Установка до лабораторної роботи «Дослідження циклу парокompресійних холодильних машин: 1 - компресор, 2 - конденсатор, 3 - терморегулюючий вентиль, 4 – випарник

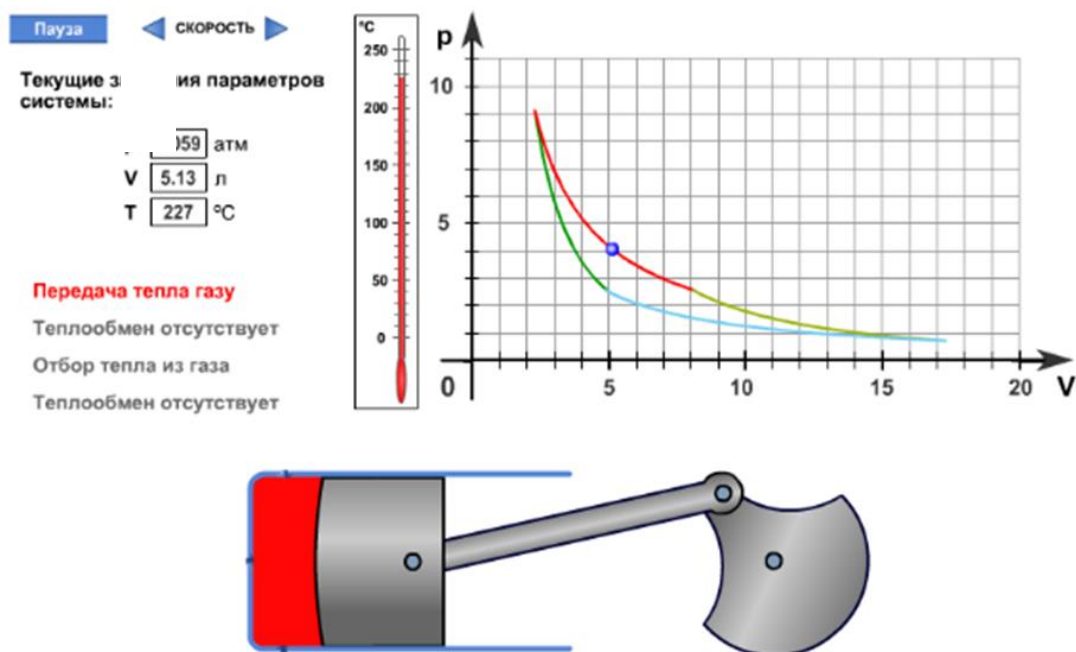


Рис. 6. Установка до лабораторної роботи «Вивчення циклу карбюраторних двигунів».

У роботі використовуються: нагрівач, теплообмінник, індикатори об'єму, температури, тиску, реєстратор

В процесі впровадження віртуальних стендових установок було встановлено, що такі лабораторні роботи [11,12]:

- забезпечують можливість багаторазового повторення експерименту при різних початкових умовах;
- розширюють спектр можливостей віртуальних експериментів в порівнянні з реальними;
- допомагають побачити фізичні закономірності процесів, що відбуваються;
- знижують ризик, пов'язаний з неправильною експлуатацією і порушенням правил техніки безпеки при роботі з реальними установками;
- дозволяють досліджувати динаміку процесу в реальному і в уповільненому масштабі часу;
- дозволяють отримати більш точні результати, ніж при проведенні реального експерименту;
- підвищують привабливість дисципліни і якість засвоєння матеріалу і активізують самостійну роботу, замість пасивного засвоєння навчального матеріалу студенти беруть активну участь в ході обговорення при порівнянні результатів однойменних робіт на віртуальних і стендових установках;
- дають викладачеві можливість одночасно працювати зі студентами всієї групи;
- дозволяють студентам отримати досвід роботи на певному обладнанні в рамках очної, заочної форм навчання;
- вимагають професійних умінь викладача, які повинні бути спрямовані не просто на контроль знань студентів, а на діагностику їх діяльності, щоб вчасно і кваліфіковано допомогти і усунути намічені труднощі;
- вимагають розробки особливих методичних посібників, що включають потрібний довідковий матеріал, причому опис послідовності робіт повинний бути більш чітким і докладним, ніж для стендових робіт;
- вимагають розробки передлабораторного колоквиуму в формі програмованого опитування для перевірки готовності студента до проведення лабораторного експерименту. Отримані результати дозволяють стверджувати, що віртуальні лабораторні роботи можуть бути використані в навчальному процесі як доповнення до стаціонарних стендових установок.

Висновки. Отримані результати дозволяють стверджувати, що віртуальні лабораторні роботи можуть бути використані в навчальному процесі як доповнення до стаціонарних стендових установок.

Список використаних джерел

1. Назаренко І. П., Стручаєв М. І., Постол Ю. О. Підвищення ефективності викладання теплотехнічних дисциплін при підготовці інженера енергетика. *Удосконалення освітньо-виховного процесу в закладі вищої освіти: зб. наук.-метод. праць / ТДАТУ. Мелітополь, 2019. Вип. 22. С. 150-154.*

2. Гамбург К. С. Виртуальные стендовые лабораторные работы как инновационная форма контекстного обучения: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 Москва, 2006. 186 с.
3. Шляхи оптимізації навчальної дисципліни «Електротехнології» у формуванні професійних якостей майбутнього фахівця аграрної сфери / В. Б. Гулевський, Ю. О. Постол, Ю. О. Стюпін, М. І. Стручаєв, І. В. Борохов. *International Trends in Science and Technology*. Warsaw, 2018. Vol. 9. P. 30-32.
4. Меркулов В. И., Мухаметдинова Л. Д. Виртуальные лабораторные работы по курсу “Термодинамика”, “Тепломассобмен” МГТУ «МАМИ». *Известия МГТУ «МАМИ»*. 2014. № 1 (19), т. 5. С. 180-185.
5. Кукис В. С., Романов В. А., Постол Ю. А. Двигатели Стирлинга вчера, сегодня, завтра. *Ползуновский альманах*. 2009. № 3, т. 1. С. 93–98.
6. Дідур В. А., Стручаєв М. І. Теплотехніка, теплопостачання і використання теплоти в сільському господарстві: навч. посібник. Київ: Аграрна освіта, 2008. 233 с.
7. Кузьмин А. А. Автоматизированное рабочее место изучающего дисциплину "Термодинамика и теплопередача". *Проблемы обеспечения безопасности при чрезвычайных ситуациях: материалы междунар. науч.-практ. конф.* Санкт-Петербург, 2003. С. 67-68.
8. Стручаєв М. І., Постол Ю. О. Аналіз термодинамічних процесів у потоці повітря. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П.Василенка*. Харків, 2017. Вип. 187: Проблеми енергозабезпечення в АПК України. С. 28-29.
9. Ялпачик В. Ф., Стручаєв М. І., Тарасенко В. Г. Експериментальне визначення коефіцієнта теплопровідності при заморожуванні. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь, 2017. Вип. 17, т. 1: Технічні науки. С. 113-118.
10. Ялпачик В. Ф., Стручаєв М. І., Ялпачик Ф. Ю. Практикум з курсу "Холодильне устаткування": навч. посібник. Мелітополь: Видавничий будинок ММД, 2014. 112 с.
11. Соловов А. В. Виртуальные учебные лаборатории в инженерном образовании. *Индустрия образования*. 2002. Вып. 2. С. 386–392.
12. Использование персонального компьютера при выполнении лабораторных работ по общетехническим дисциплинам. *Виртуальная лаборатория*: веб-сайт. URL: <http://virtuallab.narod.ru> (дата звернення: 01.02.2020)

Postol Y, Struchaev N. Virtual laboratory work on the course "Heat Engineering"

Summary. The article summarizes the practical experience of implementing a software package of virtual laboratory work in the discipline "Heat Engineering". Such a complex makes it possible to gain experience working on certain equipment in full-time and extramural learning courses, as well as in distance education.

Keywords: distance education, heat engineering, laboratory works.