

УДК 378.14 (477)

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

ВІРТУАЛЬНІ ЕКСКУРСІЇ ПРИ ВИВЧЕННІ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН

Анотація. У статті узагальнено практичний досвід по впровадженню комплексу віртуальних екскурсій з дисциплін теплотехнічного циклу: «Теплотехніка», «Теплові насоси, теплові двигуни та теплогенеруючі установки», «Тепловодопостачання в АПК». Такий комплекс дає можливість отримання досвіду проведення віртуальних екскурсій при вивченні цих дисциплін, як для денної форми навчання так і для заочної форм навчання, а також при дистанційній освіті.

Ключові слова: віртуальні екскурсії, дистанційна освіта, теплотехніка, теплові насоси, теплові двигуни та теплогенеруючі установки, тепловодопостачання в АПК, денна форма навчання, заочна форма навчання, дистанційна освіта.

Постановка проблеми. Для підвищення якості підготовки інженерних кадрів при навчанні є різні активні методи [1]. Форми закріплення та доповнення знань вимагають інформаційно-методичних зміни.

Впровадження дуальної та дистанційної освіти, а також проведення занять у періоди нокдауну або карантину потребує розробки нових методів викладання дисциплін теплотехнічного циклу, тому розробка та проведення віртуальних екскурсій є актуальним питанням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Гарним прикладом є впровадження віртуальних лабораторних робіт [2], які підвищують якість підготовки та поліпшують процес освоєння досліджуваного матеріалу. Для цього кафедри розробляється структура викладання теплотехнічних дисциплін при дуальній та дистанційній формах навчання [3] та впроваджуються віртуальні лабораторні стенди, які є аналогами діючих лабораторних установок з курсів теплотехніки, термодинаміки, тепло- масообміну, теплових насосів, теплових двигунів, теплогенеруючих установок, тепловодопостачання в АПК та електротехнології [4] для забезпечення наочності процесів, які досліджуються і проведення їх аналізу в широкому діапазоні параметрів.

Формулювання цілей статті. Метою роботи є аналіз можливостей реалізації проведення віртуальних екскурсій з дисциплін теплотехнічного циклу, а саме курсів: «Теплотехніка», «Теплові насоси, теплові двигуни та теплогенеруючі установки», «Тепловодопостачання в АПК» у навчальному процесі з підготовки фахівців енергетичних спеціальностей для

агропромислового виробництва.

Викладення основного матеріалу досліджень. Віртуальні екскурсії вибудовуються в парадигмі:

- відеофільм про роботу реальних теплових та атомних електростанцій;
- відеоматеріал у формі презентації про конкретні структурні елементи теплових та атомних електростанцій, такі, як парогенератор, парова турбіна, конденсатор водяної пари, живильний насос;
- умовне графічне зображення цих елементів;
- графіки та діаграми термодинамічних процесів, які відбуваються в цих структурних елементах теплових та атомних електростанцій;
- термодинамічні цикли Карно і Ренкіна;
- розрахункові формули теплового балансу котла, ККД турбіни.

Методичне забезпечення віртуальних екскурсій буде складатися з фільмо- та відеотеки, гіперпосилань, презентацій, графіків та формул з поясненнями, які описують процеси, що відбуваються при виробленні електроенергії і візуального відображення елементів, зв'язків і стану теплотехнічних установок і елементів управління ними. При цьому також відображаються і візуальні анімаційні ефекти: кипіння, горіння, випаровування і т.д. [6,7].

Контроль за віртуальними екскурсіями (пуск, стоп, пауза, зміна режиму роботи і таке інше) здійснюється віртуальними органами управління, які візуально повторюють реальні прилади та обладнання.

До кожної віртуальної екскурсії розробляються методичні вказівки.

В ході роботи викладач може задавати студенту різні параметри для проведення екскурсії (наприклад, для екскурсії «Парогенератори і котельні установки» це відеофільм «Будова барабанного котла», а також переглядати на комп'ютері відеоматеріал у формі презентації графіки та діаграми термодинамічних процесів пароутворення і отримання робочого тіла у формі перегрітої водяної пари і аналізувати розрахункові формули теплового балансу котла. При проведенні віртуальної екскурсії викладач має можливість втрутитися в роботу студента: зупинити виконання, перезапустити процес, переглянути параметри.

При роботі в режимі віртуальної екскурсії в залежності від виконуваного завдання студент має можливість самостійно змінювати послідовність перегляду її елементів: включати або вимикати її, змінювати масштаб, причому при спробі некоректного управління ходом екскурсії відбувається видача повідомлень.

Перед початком проведення віртуальної екскурсії викладач формує і видає завдання для студента (теоретична довідка, методичні вказівки, набір файлів та гіперпосилань для виконання). Студент вивчає теоретичну довідку і виконує віртуальну екскурсію згідно з методичними вказівками до неї. Після виконання студентом віртуальної екскурсії він формує звіт. Звіт про виконану віртуальну екскурсію студент готує самостійно. Такі віртуальної екскурсії можуть виконуватися дистанційно, що є цінним при проведенні занять для

заочної форми і дуального навчання та на період нокдауну або карантину.

На нашій кафедрі для впровадження були обрані віртуальної екскурсії з термодинаміки, тепло- масообміну [8], теплообмінних апаратів, парогенераторів, парових турбін, циклам парокompресійних холодильних машин [9] і циклам двигунів внутрішнього згоряння [10].

Розроблена комплексна віртуальна екскурсія «Теплові та атомні електростанції». Яка починається з відеофільму: «Екскурсія на Запорізьку АЕС у віртуальному вимірі (3D-ВІДЕО)». При перегляді якого студент отримує загальну інформацію про електростанцію,

Запорізька АЕС – найбільший енергетичний об'єкт в Україні та Європі зі встановленою потужністю 6000 МВт. На ЗАЕС експлуатуються 6 енергоблоків потужністю 1 млн кВт кожен. Перший енергоблок був введений в експлуатацію в 1984 році, другий – в 1985 р., третій – в 1986 р., четвертий – в 1987 р., п'ятий – в 1989 р., шостий – у 1995 році. Починаючи з 1984 року, внесок Запорізької АЕС в енергетику країни зріс з 2 до 22%.



Рис. 1. Майданчик на якому розташована Запорізька АЕС.



Рис. 2. Екскурсія в реакторний цех.



Рис. 3. Турбоагрегат.

Далі презентація Запорізька теплова електростанція:



Рис. 4. Загальний вигляд Запорізької теплової електростанції

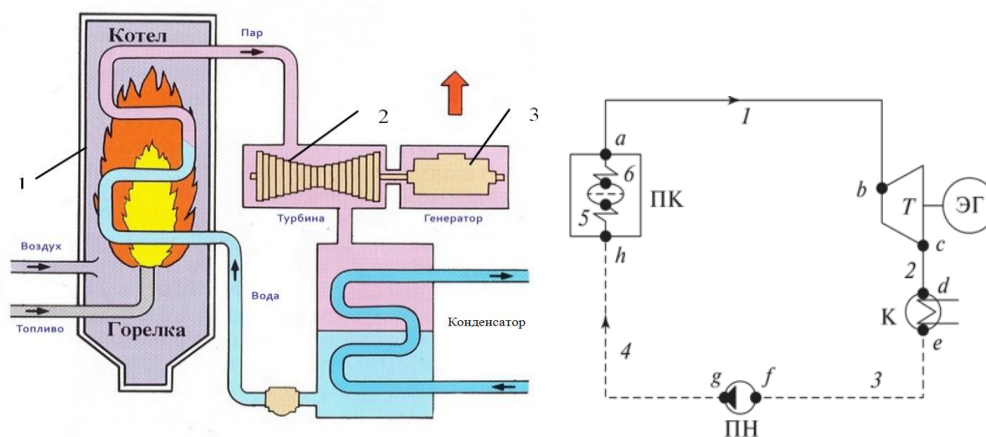


Рис. 5. Схематичне зображення та взаємне розташування основних елементів циклу Ренкіна:

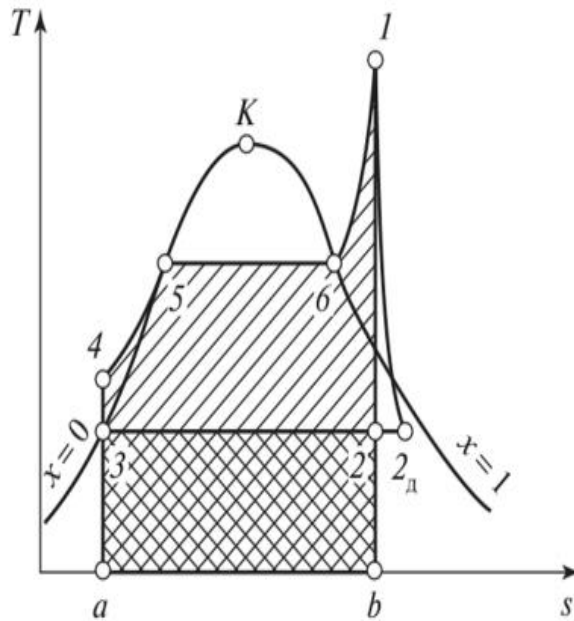


Рис. 6. Термодинамічний цикл Ренкіна.

Тепловий баланс котельного агрегату:

$$Q_p^p = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6,$$

$$q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 = 100\%,$$



Рис. 7. Парова турбіна.

Коефіцієнт корисної дії парової турбіни

$$\eta_t = \frac{h_1 - h_2}{h_1 - h_2'}$$

В процесі впровадження віртуальних екскурсій було встановлено, що вони:

- забезпечують можливість багаторазового повторення студентом матеріалу при фіксації різних елементів теми;
- розширюють спектр можливостей віртуальних екскурсій в порівнянні

з реальними, коли викладач не має змоги викладати теоретичний матеріал;

- допомагають побачити фізичні закономірності процесів, що відбуваються;
- знижують ризик, пов'язаний з аварійними ситуаціями і порушенням правил техніки безпеки при екскурсіях на реальні установки;
- дозволяють досліджувати процеси в реальному і в уповільненому масштабі часу;
- дозволяють отримати більше інформації, ніж при проведенні реальної екскурсії;
- підвищують привабливість дисципліни і якість засвоєння матеріалу і активізують самостійну роботу, замість пасивного засвоєння навчального матеріалу студенти беруть активну участь в ході екскурсії і її обговоренні;
- дозволяють студентам отримати уявлення про роботу на діючому обладнанні в рамках очної, заочної форм навчання;
- вимагають розробки особливих методичних посібників для віртуальних екскурсій, що включають фільмо- та відеотеки, гіперпосилання, презентації, графіки та формули з поясненнями, які описують процеси і візуальне відображення елементів, зв'язків і стану теплотехнічних установок і елементів управління ними, причому опис послідовності екскурсії повинний бути більш чітким і докладним, ніж для реальних екскурсій.

Висновки. Розроблена парадигма методичного забезпечення віртуальних екскурсій, яка включає фільмо- та відеотеки, гіперпосилання, презентації, графіки та формули з поясненнями, візуальне відображення елементів, зв'язків і стану теплотехнічних установок і елементів управління ними. При цьому також відображаються і візуальні анімаційні ефекти: кипіння, горіння, випаровування і таке інше.

При роботі в режимі віртуальної екскурсії в залежності від виконуваного завдання студент має можливість самостійно змінювати послідовність перегляду її елементів.

Перед початком проведення віртуальної екскурсії викладач формує і видає завдання для студента (теоретична довідка, методичні вказівки, набір файлів та гіперпосилань для виконання).

Отримані результати дозволяють стверджувати, що віртуальні екскурсії можуть бути використані в навчальному процесі.

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. Постол Ю.О., Стручаєв М.І. Віртуальні лабораторні роботи з курсу «Теплотехніка». «Удосконалення освітньо-виховного процесу в закладі вищої освіти»: Зб. наук.-метод. праць. ТДАТУ. Мелітополь, 2020. Вип. 23. С. 137–144.

3. Постол Ю.О., Стручаєв М.І., Гулевський В.Б. Структура викладання теплотехнічних дисциплін при дуальній та дистанційній формах навчання. «Удосконалення освітньо-виховного процесу в закладі вищої освіти»: Зб. наук.-метод. праць. ТДАТУ. Мелітополь, 2020. Вип. 23. С. 162-167.

4. Трикоз В.О., Галавур М.М., Постол Ю.О., Стручаєв М.І. Енергоефективність та енергозбереження. Матеріали і всеукраїнської наук.-практ. інтернет-конференції «Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії» 2020. С. 63-64.

5. Шляхи оптимізації навчальної дисципліни «електротехнології» у формуванні професійних якостей майбутнього фахівця аграрної сфери/ Гулевський В. Б., Постол Ю. О., Стьопін Ю. О., Стручаєв М. І., Борохов І. В.// International Trends in Science and Technology. - Warsaw, Poland, 2018. Вип.9. - С 30-33.

6. Дідур В.А. Теплотехніка, теплопостачання і використання теплоти в сільському господарстві / В.А. Дідур, Стручаєв М.І. Аграрна освіта, 2008. 233с.

7. Стручаєв М.І., Постол Ю.О. Аналіз термодинамічних процесів у потоці повітря. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П.Василенка: наук. фах. видання / ХНТУСГ ім. Петра Василенка. 2017. Вип. 187 С. 28-29.

8. Ялпачик В.Ф., Стручаєв М.І., Тарасенко В.Г. Експериментальне визначення коефіцієнта теплопровідності при заморожуванні. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наукове фахове видання. 2017. Вип. 17. т. 1. С. 113-118.

9. Холодильне устаткування: навч. посібник / В. Ф. Ялпачик, М. І. Стручаєв, Ф. Ю. Ялпачик. Мелітополь: Видавничий будинок ММД, 2014. 112 с.

10. Кукис В.С. В.А. Романов, Ю.А. Постол. Двигатель Стирлинга вчера, сегодня, завтра. Ползуновский альманах. 2009. № 3. С.93–98.

Postol Y.O., Struchaev M.I. Virtual excursions for studying thermal engineering disciplines

Summary. The article summarizes the practical experience in implementing a set of virtual excursions in the disciplines of the thermal cycle: «Heat Engineering», «Heat pumps, heat engines and heat generating units», «Heat- water supply in the agro-industrial complex». This complex provides an opportunity to gain experience in conducting virtual excursions in the study of these disciplines, both for full-time and correspondence form of study, as well as for distance education.

Key words: virtual excursions, distance education, heat engineering, heat pumps, heat engines and heat generating units, heat- water supply in agro-industrial complex, full-time education, correspondence form of study, distance education.