

О. М. Нанака
О. М. Головченко
В. В. Шевченко

НАБУТТЯ НАВИЧОК УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИМИ УСТАНОВКАМИ ТЕС В АВАРІЙНИХ РЕЖИМАХ ЇХ РОБОТИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Наведені комп'ютерні тренажери для набуття навичок управління енергетичними установками теплової електростанції (ТЕС). Показані деякі аварійні режими роботи енергетичних установок ТЕС та наведені дії операторів установок для виходу з аварійних режимів.

Ключові слова: енергетичні установки ТЕС, комп'ютерні тренажери, аварійні режими, помпаж, кавітація.

Abstract

Computer simulators for acquiring skills of thermal power plant (TPP) power plant management are given. Some emergency modes of operation of TPP power plants are shown and the actions of plant operators to get out of emergency modes are given.

Keywords: TPP power plants, computer simulators, emergency modes, surge, cavitation.

Вступ

На ТЕС енергія згоряння палива послідовно перетворюється в теплову енергію водяної пари, механічну та електричну енергію. Вода для пари надходить з водосховища, фільтрується в системі хімічного водоочищення (ХВО) та зберігається в баках запасу конденсату (БЗК). З БЗК конденсат подається в промислово-опалювальну (пуско-налагоджувальну) котельню. Котельня потрібна для теплофікації селища будівельників ТЕС та як джерело пари, необхідної для набирання вакууму в конденсаторі при пуску енергоблоку. З БЗК конденсат також подається в конденсатор енергоблоку, з якого прямує до парогенератора. Пара з парогенератора надходить до турбіни, а з неї до конденсатора, де конденсується на трубках з охолоджувальною водою із водосховища. Устаткування ТЕС працює при великих тисках, температурах, навантаженнях, є вибухо- та пожежонебезпечне. Оператор устаткування повинен бути готовим до прийняття самостійних рішень, точно та швидко діяти в штатних та аварійних режимах роботи енергоблоку. Для набуття цих якостей створені комп'ютерні тренажери, які імітують ХВО та блок 300 МВт ТЕС з промислово – опалювальною котельнею в його складі. Математична частина тренажерів створена за методом ІПМаш НАНУ математичного моделювання усталених режимів роботи принципів теплових схем ТЕС і АЕС, розвинутого у ВНТУ в напрямку математичного моделювання динаміки теплогідравлічних процесів в устаткуванні розгорнутих теплових схем ТЕС [1].

Основна частина

В ХВО найбільш складними елементами є насосні агрегати. Однією з причин їх поломки є помпаж. Помпаж можна уявити так. На першому поверсі будівлі встановлена ємність з водою, яка відкачується насосом в нижню частину встановленої на даху високої ємності. По мірі зростання рівня води в даховій ємності подача води насосом буде знижуватися до нуля і стане від'ємною-вода з верхньої ємності буде стікати в нижню. Коли опір насосу знизиться, він знову почне подачу води з нижньої ємності в верхню і такий коливальний процес повториться. Ця ситуація змодельована наступним чином. На рис. 1. зображена схема бакового господарства ХВО. При включенні насоса підживлення теплових мереж НПТС1 на екран виводяться числові значення коливального процесу (помпажу) змін витрати та напору насоса. Для припинення помпажу необхідно включити насоси НПТС 2 та НПТС 3.

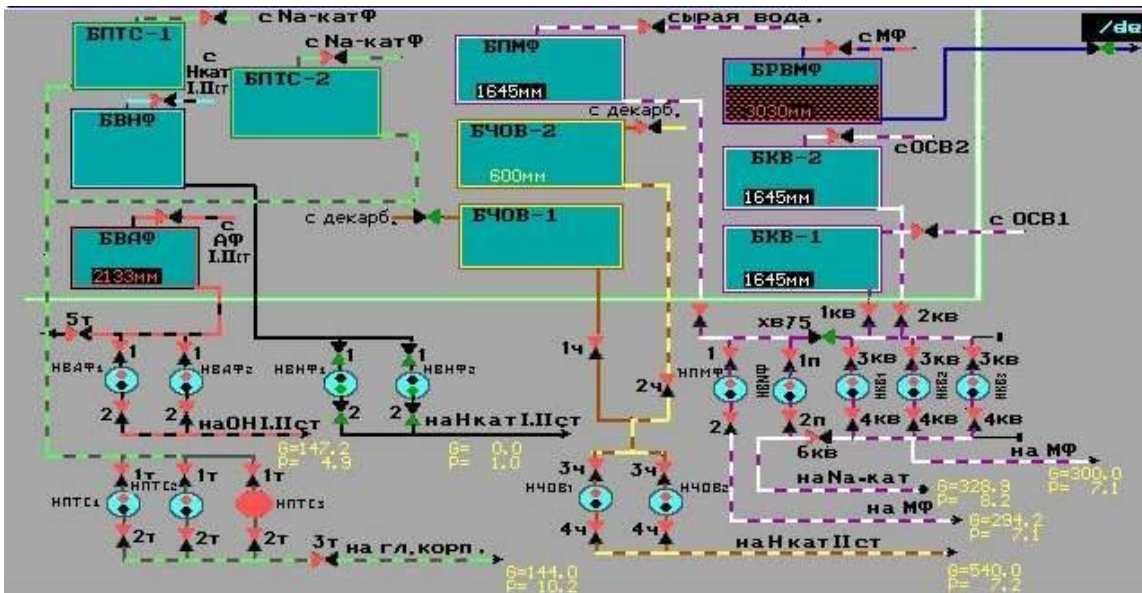


Рис. 1. Схема бакового господарства ХВО

Кавітація є також небезпечною для насосів. При низькому тиску води на вході насоса на поверхні лопаті насоса з боку входу утворюються бульбашки пари. При переміщенні лопаті в зону високого тиску біля вихідного отвору насоса бульбашки схлопуються, що призводить до гідроударів. Температура на поверхні тіла при схлопуванні бульбашок може досягати 800 °С, а тиск - 80 МПа і більше. Навчання діям при кавітації, вібрації ротора насоса, нещільності сальників, розбалансуванні робочого колеса відбувається за методикою динамічного тестування [2].

На тренажері котельні виконуються операції пуску котла на газовому та рідкому паливах. Імітація аварійної ситуації з котлом відбувається таким чином. Попередньо відключаються всі захисти котла, включаються всі пальники і закривається головна парова засувка. На занятті звертається увага студента на стрімке зростання тиску в барабані котла. Студента попереджують, що при помилкових діях або бездіяльності котел вибухне через дві хвилини і починається зворотний відлік часу. При подальшому підвищенні тиску понад граничний на екран виводиться зображення котла, що вибухнув, і подається звуковий сигнал (рис. 2).

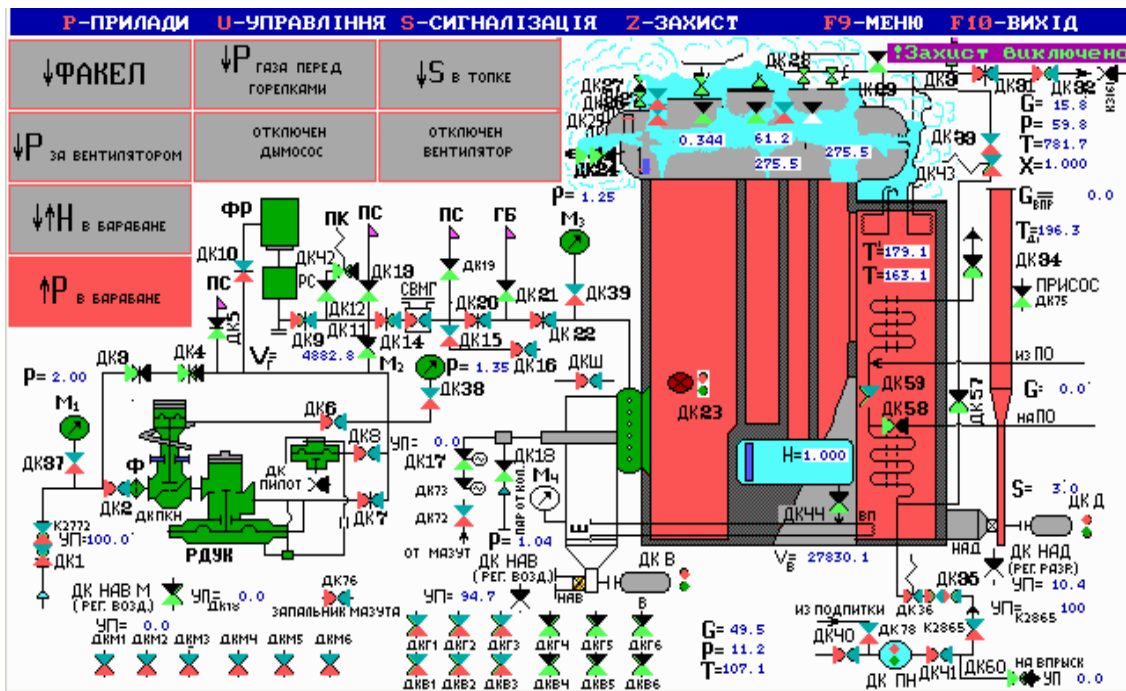


Рис. 2. Зображення котла, що вибухнув

Тренажер блока 300 МВт містить зображення мнемосхем агрегатів ТЕС із зазначенням положень органів регулювання – засувок, клапанів, шиберів. На мнемосхеми по виклику виводиться зображення ключів та кнопок, якими змінюють положення органів регулювання, включають та вимикають агрегати. Також по виклику на мнемосхеми виводяться зображення приладів, табло аварійної та технологічної сигналізацій. На тренажері енергоблоку виконуються етапи пуску блока з холодного стану. Якщо на етапі заповненні конденсатора водою не відкрити повітряник, то він заповниться лише частково. При помилкових діях студента, що призвели до збільшення надходження повітря в конденсатор або до зменшення витрати пари на ежектор погіршується вакуум і блок аварійно зупиняється. Якщо при прогріванні трубопроводів котла і турбіни паром трубопроводи не здреновані, подається аварійний сигнал. Після пуску блока та виведення його на номінальну потужність на тренажері вивчається перехід до часткового режиму. Реальний блок 300 МВт містить шість підігрівників живильної води низького тиску П1-П6 та три підігрівника високого тиску (ПВТ) П7, П8, П9 (рис. 3.)

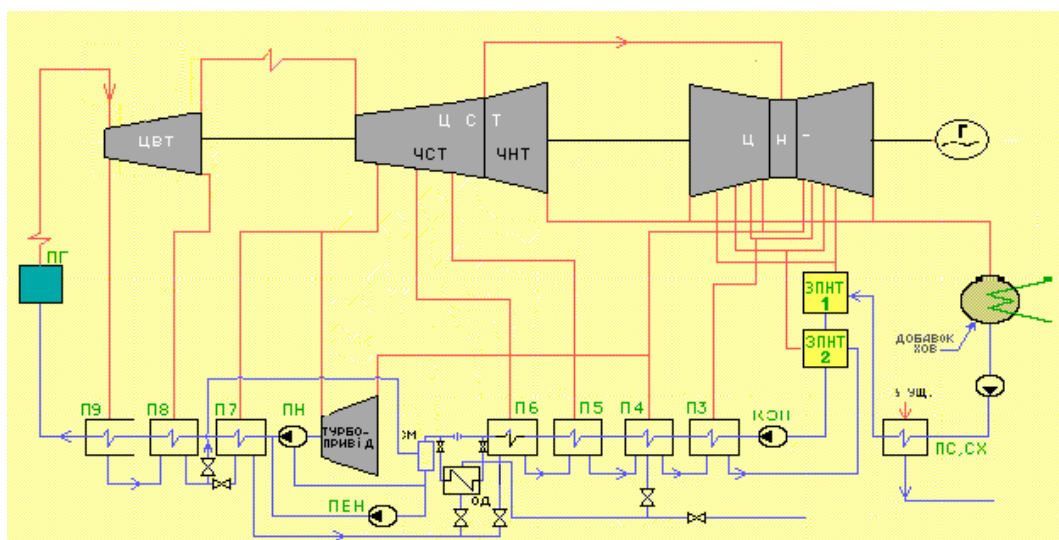


Рис. 3. Принципова теплова схема енергоблоку 300 МВт

На режимах 100-60% від номінального навантаження схема зливів конденсатів (дренажів) гріючої пари така. Дренаж з П9 каскадом зливається в П8, де змішується з його дренажем. Дренаж з П8 направляєється до входу живильного насоса, де змішується з основним конденсатом. Схема дренажів підігрівників П7-П2 каскадна. При навантаженнях, нижчих за 60% тиск основного конденсату стає більшим за тиск дренажу з П8, через що основний конденсат витісняє дренаж П8, надходить в П8 та переповнює його. Після цього система захисту блоку аварійно зупиняє його по другій межі рівня дренажу в ПВТ. Тому зі зниженням навантаження машиніст блоку повинен переключити дренаж П8 замість подання на вхід живильного насоса на скид дренажу в П7, а звідти в конденсатор. Машиністи іноді забувають зробити таке переключення, через це блок за рік зупиняється декілька разів. Теж саме відбувається і за комп'ютерним тренажером при зниженні навантаження блоку студентами.

Висновки

1. Розроблені комп'ютерні тренажери для набуття навичок управління енергетичними установками ТЕС.
2. Розглянуті деякі аварійні ситуації з енергетичними установками ТЕС та показані дії операторів установок по виходу з них.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. О. М. Головченко, О. М. Нанак, «Удосконалення методів розрахунку теплоенергетичних установок,» на XLV Науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету, Вінниця, 2016. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-feem/all-feem-2016/paper/view/557>.

2. О. М. Головченко, О. М. Нанака, «Статичне та динамічне тестування знань студентів,» на *L Науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету*, Вінниця, 2021. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/allvntu/index/pages/view/zbirn2021>

Нанака Олена Миколаївна – к. т. н., доцент кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: e_nanaka@ukr.net.

Головченко Олексій Михайлович – к. т. н., доцент, м. Вінниця.

Шевченко Василь Васильович – студент групи 1ГМ-21м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Nanaka Olena M. – PhD, assistant professor of computerized electromechanical systems and complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: e_nanaka@ukr.net.

Golovchenko Oleksiy M. – PhD, assistant professor, Vinnytsia.

Shevchenko Vasil Vasilyevich - student group 1GM-21m, Faculty of Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.