

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВОЇ СХЕМИ ТА УСТАТКУВАННЯ ЕНЕРГОБЛОКУ ТЕС З ПІДВИЩЕНИМИ ПАРАМЕТРАМИ ПАРИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Сформульована задача модернізації енергоблоків ТЕС підвищенням початкових параметрів паросилового циклу. Дан опис математичних моделей енергоблоків ТЕС. Наведені параметри теплової схеми та обладнання блока ТЕС з підвищеними початковими параметрами пари.

Ключові слова: ТЕС, математичні моделі, оптимізація.

Abstract

The objective of the study is the modernization of power units of the Thermal Power Plant (TPP) by increasing the initial parameters of the steam cycle. The mathematical models of the TPP units are described. The parameters of the thermal circuit and of the equipment of the TPP units with high initial steam parameters are given.

Keywords: Thermal power plant, mathematical model, optimization.

Вступ

Одним із суттєвих способів підвищення економічності ТЕС є підвищення параметрів паросилового циклу. В країнах ЄС розробляється пилувугільний енергоблок з параметрами свіжої пари 37,5 МПа/700 °С із подвійним промперегрівом до 720 °С при тисках 12 и 2,35 МПа. При тиску в конденсаторі 2,1 кПа ККД такого блока 54 %. В СРСР на Каширській ДРЕС був пущений енергоблок СКР-100 з котлом паропроductивністю 710 т/год та турбіною Харківського турбінного заводу (ХТЗ) Р-100-300 на супернадкритичні параметри пари (СНКП) 29,4 МПа і 650 °С. Його питома витрата умовного палива склала 315 г/кВт·год. Досвід розробки та експлуатації СКР-100 був врахований в проекті енергоблоку з турбоустановкою К-800-300-650/565 ХТЗ з питомою витратою теплоти 7240 кДж/кВт·год. Розрахункова питома витрата теплоти турбоустановки 300 МВт СК-300-300-650/650 дорівнює 7284 кДж/кВт·год [1, 2]. Тому є доцільною модернізація відпрацьованого ресурс устаткування енергоблоку ТЕС в напрямку використання пари супернадкритичних параметрів. Відповідно задачами даної роботи є: 1. Розробка математичних моделей теплової схеми та устаткування енергоблока. 2. Розрахунки існуючої теплової схеми та схеми з СНКП. 3. Дворівнева оптимізація підігрівників живильної води високого тиску.

Результати досліджень

1. Математична модель теплової схеми енергоблока Ладжинської ТЕС визначає витрати, тиски, ентальпії енергоносіїв на всіх ділянках теплової схеми блока, розраховує питомі витрати палива і ККД блока, різницю відносно базового варіанта сумарних приведених затрат на варіант теплової схеми блока ΔZ_{Σ} .

2. Існуюча теплова схема енергоблоку наведена на рис. 1.

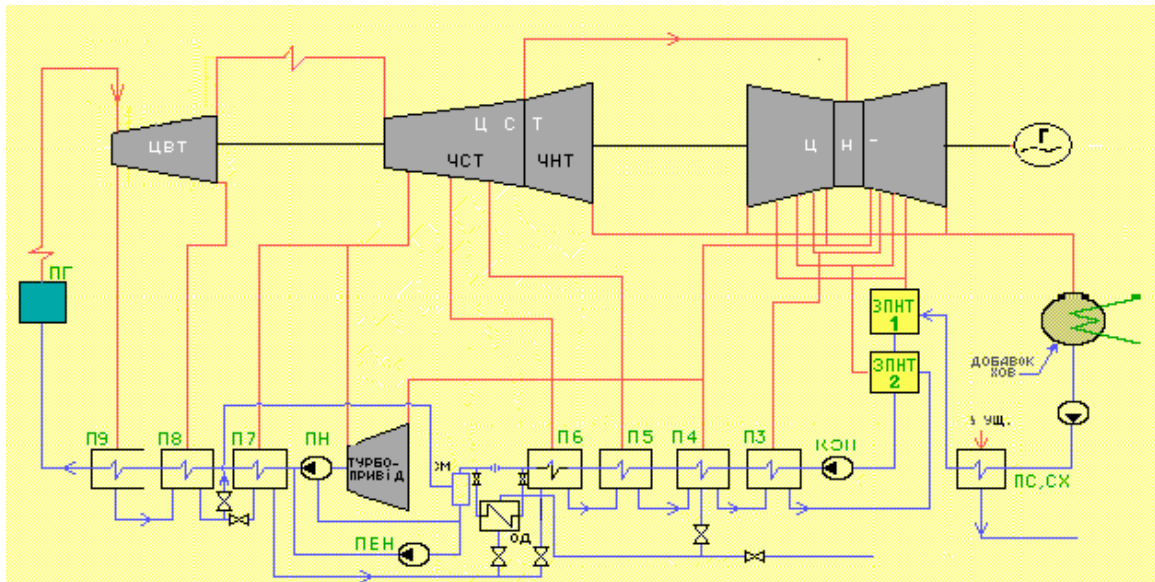


Рис. 1. Існуюча теплова схема енергоблоку 300 МВт

Результати розрахунку існуючої теплової схеми такі: потужність $N_{er} = 300$ МВт, питома витрата умовного палива 0,38 кг/кВт·год. Теплова схема енергоблоку СНКП залишена існуючою. Розрахунками знаходимо таку витрату пари з парогенератора, при якій потужність блока близька до 300 МВт. Ця витрата складає 850 т/год (236 кг/с). Результати розрахунку теплової схеми СЗКП такі: потужність $N_{er} = 300,4$ МВт, питома витрата умовного палива 0,314 кг/кВт·год.

3. Дворівнева оптимізація підігрівників високого тиску (ПВТ). На першому рівні визначаються зовнішні, а на другому рівні визначаються внутрішні параметри ПВТ. Параметри першого рівня розраховуються за моделями зон ПВТ в складі математичної моделі теплової схеми енергоблоку. Схема зон теплообміну ПВТ наведена на рис. 2.

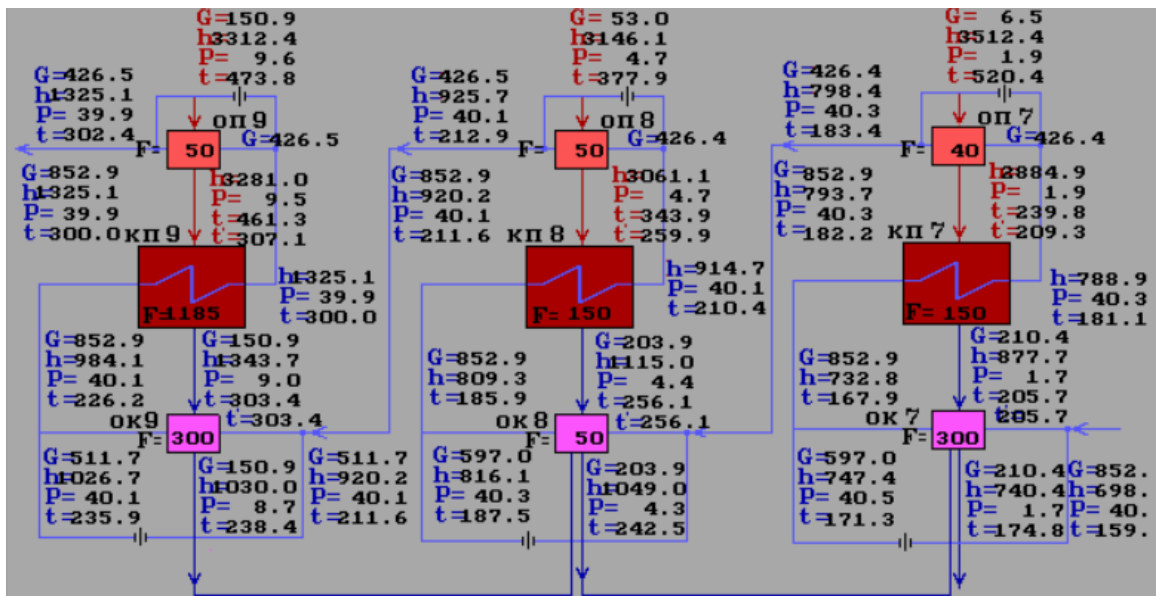


Рис. 2. Схема зон теплообміну ПВТ

Незалежними параметрами, які варіюються, є наступні.

1. Поверхні зон групи ПВТ, m^2 : ФОП7, ФОП8, ФОП9, ФКП7, ФКП8, ФКП9, ФОК7, ФОК8, ФОК9.
2. Частки води, які надходять в зони ОП і ОК ПВТ: dОП7, dОП8, dОП9, dОК7, dОК8, dОК9.

Обмеженням є температура живильної води після групи ПВТ t_9 , яка дорівнює 300 °С .

Параметри другого рівня розраховуються на окремій моделі колекторного з приварними змійовиками ПВТ, яка реалізує його детальний розрахунок. Початковими даними моделі є вхідні та вихідні значення витрат, температур та тисків теплоносіїв, отриманих на першому рівні оптимізації розрахунками теплової схеми енергоблоку. Результатами детального розрахунку ПВТ є уточнені вихідні параметри теплоносіїв та конструкторські параметри ПВТ. Параметрами оптимізації є дев'ять внутрішніх параметрів: діаметри труб в зонах ОП, КП, ОК (d_{OP} , d_{KP} , d_{OK}), швидкості води в зонах ОП, КП, ОК (V_{OP} , V_{KP} , V_{OK}) та число ходів в зонах ОП, КП, ОК (Z_{OP} , Z_{KP} , Z_{OK}). Оптимізація виконується методом покоординатного спуску.

Результат оптимізації ПВТ на першому рівні: $FOП7 = 50 \text{ м}^2$, $FOП8 = 100 \text{ м}^2$, $FOП9 = 50 \text{ м}^2$, $FKП7 = 100 \text{ м}^2$, $FKП8 = 300 \text{ м}^2$, $FKП9 = 1200 \text{ м}^2$, $FOК7 = 90 \text{ м}^2$, $FOК8 = 50 \text{ м}^2$, $FOК9 = 50 \text{ м}^2$, $dOP7 = 0,3$, $dOP8 = 0,3$, $dOP9 = 0,3$, $dOK7 = 0,5$, $dOK8 = 0,3$, $dOK9 = 0,5$. Результат оптимізації ПВТ7 на другому рівні наведений в таблиці 1.

Таблиця 1. Результат оптимізації ПВТ 7 на другому рівні

	Параметри								
	d_{OP} , мм	d_{KP} , мм	d_{OK} , мм	V_{OP} , м/с	V_{KP} , м/с	V_{OK} , м/с	Z_{OP}	Z_{KP}	Z_{OK}
Значення	20	40	30	1	1,2	1	1	1	2

Труби ПВТ7 знаходяться під найбільшим тиском живильної води. Виконані розрахунки труб ПВТ7 на міцність показали, що товщина труб достатня для безаварійної роботи ПВТ.

Висновки

1. Обґрунтована модернізація енергоблоку ТЕС в напрямку підвищення початкових параметрів паросилового циклу.
2. Створені математичні моделі теплової схеми енергоблоку ТЕС.
3. Визначені параметри модернізованого енергоблоку ТЕС на математичних моделях.
4. Модернізація енергоблоку ТЕС дозволить щорічно заощаджувати 128 700 тон вугілля.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Горшков А. С. Высокоэффективный энергетический блок / А. С. Горшков, Н. Ф. Комаров, А. М. Шварц и др. // Теплоэнергетика, 1987. — № 5. — С. 49–54.
2. Горшков А. С. Технично-экономические показатели тепловых электрических станций / А. С. Горшков — М. : Энергия, 1974. — 240 с.

Бойко Богдан Андрійович – студент групи ЕМ-15сп, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Головченко Олексій Михайлович – к. т. н., доцент кафедри відновлювальної енергетики та транспортних електричних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: aleksey.golovch@mail.ru;

Нанак Олена Миколаївна – к. т. н., доцент кафедри відновлювальної енергетики та транспортних електричних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: e_nanaka@rambler.ru.

Boyko Bogdan A. – student of the group EM-15sp, Faculty of electric power engineering and electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Golovchenko Olesiy M. – PhD, assistant professor at the department of renewable energy and electrical transportation systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: aleksey.golovch@mail.ru;

Nanaka Olena M. – PhD, assistant professor at the department of renewable energy and electrical transportation systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: e_nanaka@rambler.ru.