

УДК 621.311

М. М. Чепурний, к. т. н., доц.;**Н. В. Пішеніна, асп.;****О. В. Куцак, студ.**

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ТЕПЛОФІКАЦІЇ

Проаналізовано специфіку роботи теплоелектроцентралей в умовах змін споживання електроенергії та теплоти. Запропоновано нові підходи до структури ТЕЦ з використанням протитискових парових турбін і газотурбінних установок утилізаційного типу.

Вступ

Спільне виробництво електроенергії та теплоти є прогресивною технологією, яка дозволяє ефективніше використовувати теплоту згорання палива і зменшити викиди парникового газу, оксидів сірки та азоту в атмосферу. Саме цим пояснюється стрімкий розвиток теплофікації в другій половині минулого століття. Мета застосування теплоелектроцентралей (ТЕЦ) зводилась, в основному, до зменшення витрат палива на виробництво електроенергії, що досягалось за рахунок зменшення чисто конденсаційного виробництва. Зрозуміло, що нормальна робота ТЕЦ може бути забезпечена за наявності електричних та теплових споживачів. ТЕЦ постачають теплоту у вигляді пари промисловим споживачам і у вигляді гарячої води комунально-побутовим споживачам. Для цього використовуються протитискові турбіни або турбіни з промисловим відбором пари на опалення і гаряче водопостачання. Протитискові турбіни характеризуються невеликою електричною потужністю і значно більшою тепловою потужністю. В цих турбінах частка виробництва електроенергії на тепловому постачанні (відношення електричної енергії до теплової) мала і змінюється в межах від 0,1 до 0,25. В теплофікаційних турбінах ця частка знаходиться в діапазоні від 0,4 до 0,8.

За останні два десятиріччя ситуація на енергетичному ринку суттєво змінилась. Це зумовлено стагнацією та падінням виробництва в багатьох галузях промисловості, що спричинило різке зменшення потреб в тепловій та електричній енергії промислових підприємств. Багато протитискових турбін працює недовантаженими або взагалі зупинені. Зменшення потреб в електроенергії спричиняє недовантаження теплофікаційних турбін, внаслідок чого не покривається комунально-побутове теплове навантаження. Для його покриття необхідно залучати водогрійні котельні, що призводить до додаткових перевитрат палива, електроенергії та коштів. Це гальмує і впровадження нових технологій на ТЕЦ, зокрема парогазових установок, які також виробляють значно більше електроенергії, ніж теплоти, причому в конденсаційному режимі. Для опалювальних ТЕЦ існує проблема різкого зменшення теплового навантаження у весняно-літньому (міжопалювальному) періоді. В більшості випадків ТЕЦ комплектується однотипним устаткуванням, призначеним покривати максимальне навантаження. В міжопалювальний період теплове навантаження зменшується в 3—4 рази, а теплоенергетичне обладнання працює недовантаженим, внаслідок чого суттєво зменшується його коефіцієнт корисної дії (ККД), що призводить до перевитрат палива і електроенергії. На підставі вищесказаного слід вважати, що для підвищення конкурентоспроможності наявних опалювальних ТЕЦ їх структуру необхідно змінювати в залежності від потреб конкретного споживача.

Тому ставилась задача визначити найоптимальнішу структуру опалювальних ТЕЦ для покриття теплових навантажень в опалювальний і міжопалювальний періоди.

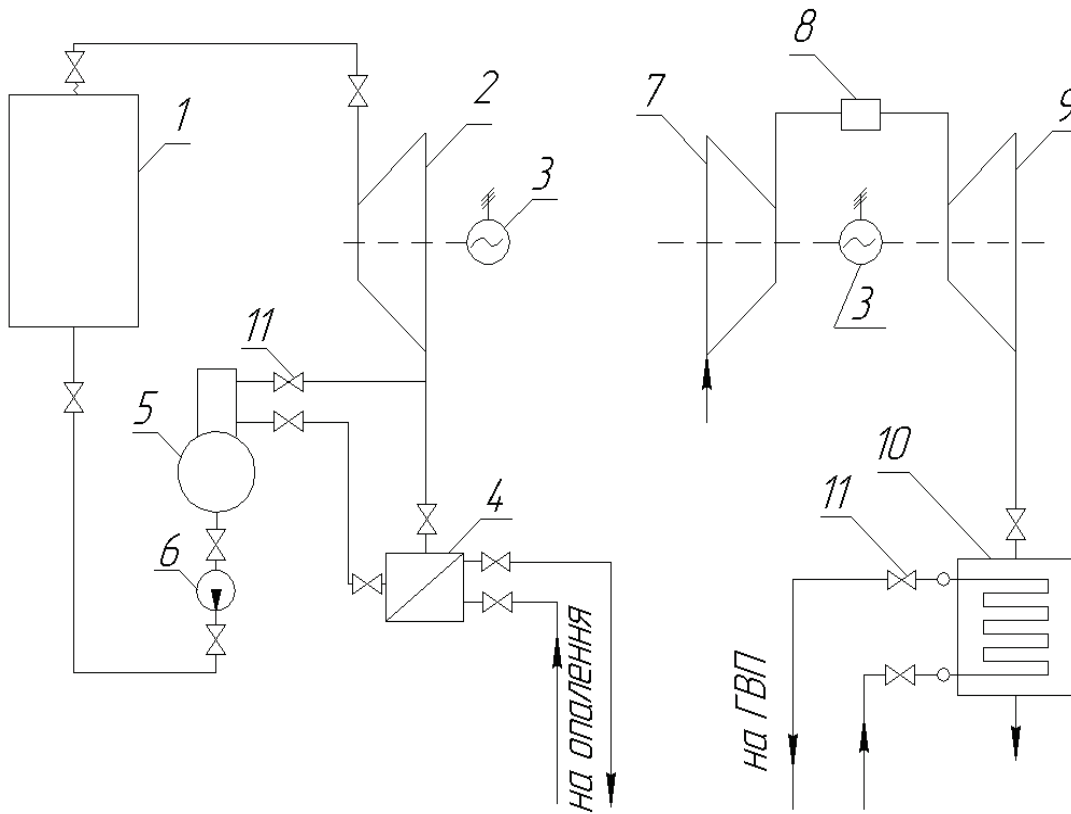
Основні результати

Поставлена задача зводиться до помірно необхідного виробництва електроенергії на тепловому постачанні. Цим вимогам відповідають протитискові турбіни, економічність яких значно вища, ніж теплофікаційних [1, 3, 6, 8]. Вони можуть бути використані для покриття опалювальних навантажень. В разі відсутності таких турбін на ТЕЦ вони можуть бути створені шляхом демонтажу кількох східців низького тиску в теплофікаційних турбінах.

© М. М. Чепурний, Н. В. Пішеніна, О. В. Куцак, 2010

Для покриття цілорічних навантажень гарячого водопостачання доцільно використовувати газотурбінні технології [1, 2, 5, 8, 9]. Ефективність теплофікаційних ГТУ з котлами-утилізаторами наближається до ефективності паротурбінних установок з протитисковими турбінами. Такі ГТУ допускають більшу свободу вибору температурного режиму мережної води за умови сталого електричного навантаження. Використання блоків ГТУ з високою готовністю і невеликими об'ємами будівельно-монтажних робіт сприяють ефективному нарощенню необхідних електричних і теплових потужностей.

Подібна реконструкція існуючих опалювальних ТЕЦ дозволяє в максимальній мірі використати наявну теплову і електричну інфраструктуру і зекономити кошти для розробки нових технологій та будівництво нових ТЕЦ. Принципова тепла схема ТЕЦ на базі протитискових парових турбін і ГТУ утилізаційного типу показана на рисунку.



Принципова тепла схема ТЕЦ: 1 — паровий котел; 2 — протитискова парова турбіна; 3 — електрогенератор; 4 — підігрівник мережної води; 5 — деаератор; 6 — живильний насос; 7 — компресор; 8 — камера згорання; 9 — газова турбіна; 10 — котел-утилізатор; 11 — запірні арматури; ГВП — гаряче водопостачання

Для компонування ТЕЦ зазначеними енергоблоками необхідно мати експлуатаційні характеристики як паротурбінних установок з протитисковими турбінами, так і газотурбінних установок різних типів. Характеристики і основні показники роботи енергоблоків обчислювались за їх паспортними даними і наведені в табл. 1 і 2 для номінальних навантажень. Вибрано енергоустановки, найпоширеніші на ТЕЦ невеликих потужностей.

До основних показників, які характеризують ефективність роботи енергоблоків, відносять частку теплоти палива, витрачену на виробництво теплоти, частку виробництва електроенергії на тепловому постачанні та витрату умовного палива на сумісне виробництво теплової та електричної енергії [7, 8]. Із табл. 1 і 2 видно, що числові значення цих часток для наведених паротурбінних і газотурбінних установок набагато відрізняються між собою. Це свідчить про те, що вони не можуть характеризувати ефективність роботи енергоблоків. В той же час значення питомої витрати умовного палива на сумісне виробництво енергії на ГТУ утилізаційного типу мало відрізняється від такої для найекономічніших паротурбінних установок (ПТУ) з протитисковими турбінами.

Таблиця 1

Характеристики ПТУ

Показники	Тип турбіни					
	P-1,5-15/3	P-2,5-15/3	P-2,5-35/3	P-4-35/3	P-6-35/3	P-12-35/3
Електрична потужність, МВт	1,5	2,5	2,5	4	6	12
Тиск пари перед турбіною, МПа	1,47	1,43	3,43	3,43	3,43	3,43
Температура пари перед турбіною, °С	350	350	435	435	435	435
Витрата пари на турбіну, т/год	21,8	34,3	29,2	35,6	50,5	114,7
Витрата умовного палива на паротурбінну установку, т/год	2,333	3,668	3,125	3,816	5,400	11,592
Теплофікаційна потужність, МВт	13,60	21,46	18,31	22,23	31,33	72,11
Частка теплоти палива, витраченого на виробництво теплоти	0,820	0,743	0,719	0,715	0,713	0,763
Частка виробництва електроенергії на тепловому постачанні в. о.	0,111	0,164	0,136	0,18	0,19	0,166
Питома витрата умовного палива на виробництво енергії, кг/ГДж	42,9	42,4	41,7	41,01	41,02	38,3

Таблиця 2

Характеристики ГТУ

Показники	Тип газотурбінної установки					
	ГТУ-4,5	ГТД-6001	ГТУ-9,5	ГТД-16	ГТУ-20	ГТД-25
Електрична потужність, МВт	4,4	6,7	8,8	17	20	27,5
Міра підвищення тиску в компресорі	12,1	16,6	21,7	17,8	17	21,8
Температура газів перед турбіною, °С	982	1000	1121	1100	1133	1250
Температура газів за турбіною, °С	468	425	480	420	520	490
Коефіцієнт корисної дії	0,285	0,315	0,32	0,35	0,36	0,36
Витрата умовного палива, т/год	1,897	2,613	3,378	5,965	6,825	9,385
Теплофікаційна потужність, МВт	7,990	10,128	13,673	21,826	26,751	36,080
Частка теплоти палива, витраченого на виробництво теплоти, в.о.	0,517	0,475	0,497	0,419	0,488	0,47
Частка виробництва електроенергії на тепловому постачанні в.о.	0,552	0,661	0,636	0,778	0,747	0,763
Питома витрата умовного палива на виробництво енергії, кг/ГДж	42,5	43,0	41,71	42,67	40,52	41,03

Наявність характеристик роботи ПТУ і ГТУ дає змогу для заданих навантажень раціональніше

підбирати склад енергетичного устаткування і оцінювати ефективність роботи ТЕЦ. При цьому важливо, щоб вибрані енергетичні блоки працювали з навантаженням, близьким до номінального, адже їх недовантаження зумовлює зменшення ККД і призводить до перевитрати палива. Нехай, наприклад, потужності системи опалення і гарячого водопостачання складають 62 і 22 МВт, відповідно. Така ТЕЦ може компонуватись із двох ПТУ з турбінами Р-6-35/3 і однієї ГТУ типу ГТД-16. Загальна електрична потужність такої ТЕЦ дорівнює 29 МВт. Якщо взяти, що термін опалювального періоду становить 4500 год, а термін міжопалювального — 3600 год, то середньорічна витрата умовного палива буде складати 41,75 кг/ГДж. Для порівняння візьмемо ТЕЦ з теплофікаційною турбіною Т-25-90, яка працює з вищими параметрами пари (тиск 8,8 МПа, температура 510 °С). Електрична і теплова потужності турбін дорівнюють 25 і 60 МВт, відповідно. Середньорічна питома витрата умовного палива в цьому варіанті складає 49,73 кг/ГДж, що на 19,1 % більше, ніж на ТЕЦ з протитисковими турбінами і ГТУ утилізаційного типу.

Висновки

1. На сьогодні застосування теплофікаційних парових турбін на ТЕЦ у більшості випадків не забезпечує покриття теплових навантажень.
2. Показники ефективності роботи ГТУ утилізаційного типу наближаються до найвищих показників ефективності роботи паротурбінних установок з протитисковими турбінами.
3. Компонування ТЕЦ на базі ПТУ з протитисковими турбінами та ГТУ з котлами-утилізаторами забезпечують економію палива до 19 %.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Андрющенко А. И. Выбор перспективных схем теплоснабжения городов с использованием парогазовых технологий / А. И. Андрющенко, Ю. Е. Николаев // Пром. Энергетика. — 2004. — № 9. — С. 22—25.
2. Левин Л. И. О выборе схем теплоснабжения городов при использовании парогазовых технологий / Л. И. Левин // Пром. Энергетика. — 2006. — № 2. — С. 57—58.
3. Жарков С. В. Перспективы отопительных ТЭЦ в России / С. В. Жарков // Теплоэнергетика. — 2007. — № 1. — С. 11—15.
4. Доброхотов В. И. Теплофикация: проблемы и возможности реализации в современных условиях / В. И. Доброхотов, Ю. А. Зейгарник // Теплоэнергетика. — 2007. — № 1. — С. 9—10.
5. Ревзин Б. С. О роли теплофикации и о развитии ГТУ и ПТУ в новых условиях / Б. С. Ревзин, О. В. Комаров, А. А. Стяжкин // Газотурбинные технологии. — 2007. — № 5. — С. 12—13.
6. Жарков С. В. О перспективах оборудования отопительных ТЭЦ в России / С. В. Жарков // Газотурбинные технологии, 2007. — № 2. — С. 12—17.
7. Микулич Г. В. Опыт ОАО «Мосэнерго» по повышению эффективности управления комбинированной выработкой энергии на ТЭЦ / Г. В. Микулич // Теплоэнергетика. — 2008. — № 7. — С. 65—72.
8. Чепурний М. М. Ефективність роботи паротурбінних і газотурбінних т теплоелектроцентралей / М. М. Чепурний // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2008. — № 2. — С. 36—40.
9. Чепурний М. М. Енергетичні характеристики газопарових ТЕЦ з протитисковими паровими турбінами / М. М. Чепурний, М. В. Бужинський // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2009. — № 2. — С. 51—54.

Рекомендована кафедрою теплоенергетика

Надійшла до редакції 6.05.10
Рекомендована до друку 25.05.10

Чепурний Марко Миколайович — професор, **Пішеніна Надія Володимирівна** — аспірантка.

Кафедра теплоенергетики;

Куцак Ольга Володимирівна — студентка Інституту будівництва, теплоенергетики та газопостачання.

Вінницький національний технічний університет