

УТИЛІЗАЦІЯ ТЕПЛА ВІДПРАЦЬОВАНОЇ ПАРИ ТУРБІН ТЕПЛОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ

Т.Ю. Кравець

Кандидат технічних наук, доцент, заступник завідувача кафедри*

Контактний тел.: (032) 258-25-15, 067-674-81-65

E-mail: kravetst@ukr.net

М.Я. Кузнецова

Кандидат технічних наук, асистент*

Контактний тел.: (032) 258-25-15, 097-946-64-18

E-mail: kyznetsovam83@gmail.com

А.М. Павліш

Аспірант, асистент*

Контактний тел.: (032) 258-25-15, 063-499-95-64

E-mail: andriy.pavlish@gmail.com

Д.С. Баранович

Кандидат технічних наук, асистент*

Контактний тел.: (032) 258-25-15, 067-314-78-89

E-mail: dmytro_lviv@mail.ru

*Кафедра теплотехніки і теплових електричних станцій
Національний університет «Львівська політехніка»
вул. С.Бандери, 12, м. Львів, Україна, 79013

В статті розглянуто проблеми використання низькопотенційного тепла відпрацьованої пари для потреб теплозабезпечення з використанням парокompресійного теплового насосу типу "пара-вода"

Ключові слова: тепловий насос, турбіна, пара, тепло

В статье рассмотрены проблемы использования низькопотенциального тепла отработанного пара для нужд теплообеспечения с использованием теплового насоса типа "пар-вода"

Ключевые слова: тепловой насос, турбина, пар, тепло

In the article is considered problems of low potential heat steam for heat-supply needs, using steam compressional heat pump type "steam-water"

Key words: heating pump, turbine, steam, heat

1. Постановка проблеми

Відомо [1-3], що понад 40% тепла, яке підводиться в паротурбінному циклі теплових (ТЕС) та атомних (АЕС) електростанцій, втрачається з циркуляційною водою, яку використовують для конденсації низькопотенційної пари в конденсаторах турбін. На сьогодні низькопотенційне тепло на електростанціях практично не використовується. Це пов'язано з тим, що пара володіє низьким потенціалом (низькою температурою, тиском нижчим за атмосферний) та має великий питомий об'єм. А тому використання низькопотенційного тепла пари на виході із турбіни є актуальною задачею, вирішення якої дасть змогу підвищити техніко-економічні та екологічні показники енергоблоків ТЕС та АЕС.

2. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Використанню низькопотенційного тепла відпрацьованої пари на виході з турбіни приділялося багато уваги. Зокрема, було запропоновано [1] вмонтувати останній підігрівник низького тиску (ПНТ) в паровий простір конденсатора і пропускати через теплофікаційні пучки конденсатора зворотню мережеву воду з наступним її догріванням парою з відборів. Також, фахівцями "Львівтеплоелектропроект" роз-

глядалася можливість підігріву холодної води, яка йде на водопостачання. Проте, даний проект не був реалізований. Авторами [2, 3] пропонувалась можливість направлення потоків циркуляційної води на об'єкти парниково-тепличного господарства.

3. Мета статті

Використати низькопотенційне тепло пари в конденсаторі потужних енергетичних блоків ТЕС та АЕС за рахунок використання теплових насосів.

4. Виклад основного матеріалу

Робота електростанції супроводжується конденсацією відпрацьованої пари в конденсаторі. При цьому з охолоджуючим агентом (охолоджуюча, циркуляційна вода) виноситься велика кількість тепла, яка через свій низький потенціал не знайшла широкого застосування в енергетиці. Проте, враховуючи збільшення вартості палива і зменшення його запасів, гостро постає питання раціонального його використання і економії.

Для вирішення цієї проблеми було запропоновано використати тепловий насос, який дає змогу використовувати низькопотенційну енергію навколишнього

середовища для покриття потреб у тепловій енергії. Тепловий насос – це установка, яка працює за принципом зворотної холодильної машини, передаючи тепло від джерела низької температури до середовища з більш високою температурою, наприклад, до систем опалення чи гарячого водопостачання [4, 5].

На сьогодні широко застосовують парокompресійні теплові насоси [6]. В основі принципу їх дії лежать два термодинамічні явища: поглинання і виділення тепла рідиною при зміні агрегатного стану – випаровування і конденсація, відповідно; зміна температури випаровування (і конденсації) при зміні тиску.

Ефективність теплового насосу, як відомо [5-7], визначає коефіцієнт перетворення теплового насосу COP_{TH} (від англ. Coefficient of Performance):

$$COP_{TH} = \frac{Q_k}{N_e},$$

де Q_k – тепло, відведене від конденсатора і спрямоване до споживача, Вт; N_e – потужність, затрачена на привід компресора, Вт.

$$Q_k = Q_{ис} + a \cdot N_e,$$

де $Q_{ис}$ – теплота, що підводиться до випарника теплового насоса, Вт, 0 – коефіцієнт перетворення.

За реальних умов значення COP_{TH} коливається в межах 2 – 8; в середньому приймають значення, що дорівнює 4.

Аналізуючи значення COP_{TH} для теплових насосів, стає зрозумілим, що для мінімальної ефективності використання тепла відпрацьованої пари необхідно забезпечити COP_{TH} в межах 4 – 8. Саме такі значення COP_{TH} забезпечує парокompресійний тепловий насос.

Сучасною модифікацією парокompресійного теплового насоса є високошвидкісний тепловий насос (ВШТН), характерна особливість якого полягає в тому, що замість поршневого компресора застосовують відцентровий, а дросельний вентиль замінено турбодетандером, розташованим на одному валу з компресором.

Такий тепловий насос має низку переваг:

- висока частота обертання турбокомпресора робить можливим зменшення його габаритів, і тому тепловий насос стає достатньо компактним;
- турбокомпресор, що засмоктує з випарника вологу пару холодоагента, одночасно осушує його, внаслідок чого знижується температура процесу стискання, і, отже, знижується споживана потужність компресором;
- розширювальна турбіна реалізує адіабатний процес розширення (замість ізентропійного процесу дроселювання у дросельному вентилі). Внаслідок цього робоче тіло глибше охолоджується, що сприятливо впливає на подальший теплообмін у випарнику. Одночасно потужність, що розвивається розширювальною турбіною, передається робочому колесу відцентрового компресора, розташованому на одному валу з турбіною. Тим самим зменшується споживання потужності компресором від електродвигуна.

Через вказані особливості коефіцієнт перетворення ВШТН досягає високих значень: $COP_{TH} = 5-6$ [7].

Таким чином, пропонується відбирати низькопотенційне тепло, яке виділяється в конденсаторі під час конденсації відпрацьованої пари за допомогою парокompресійного теплового насосу.

Так, наприклад, для енергоблоку 200МВт, в конденсатор потрапляє пара в кількості ≈ 450 т/год з енергетичним потенціалом ≈ 270 МВт теплоти, яка викидається в навколишнє середовище циркуляційною водою.

Принципова схема утилізації низькопотенційного тепла відпрацьованої в турбіні пари за допомогою теплового насосу зображена на рис. 1.

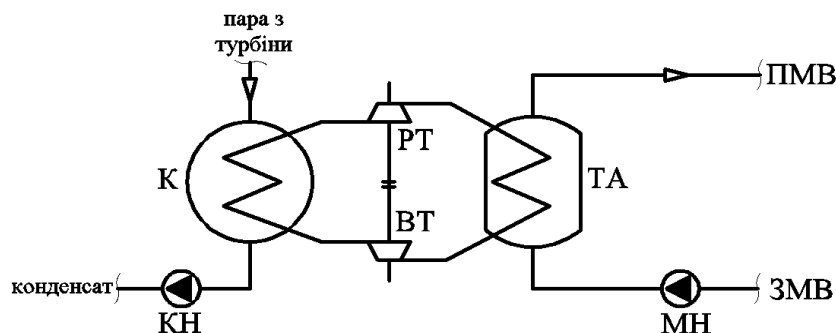


Рис 1. Принципова схема утилізації низькопотенційного тепла пари за допомогою високошвидкісного теплового насосу: К – конденсатор; КН – конденсатний насос; ВТ – відцентровий турбокомпресор; РТ – розширювальна турбіна; ТА – теплообмінний апарат; МН – мережевий насос; ПМВ, ЗМВ – відповідно пряма та зворотня мережна вода

Таким чином, можна окреслити основні переваги запропонованої схеми:

- значно підвищується термічний ККД циклу паротурбінної ТЕС за допомогою впровадження запропонованого комбінованого циклу;
 - водосховища та споруди технічного водопостачання для ТЕС, а також кошти витрачені на них та їх експлуатація стають зайвими;
 - відпадає необхідність у використанні системи підтримання чистоти поверхонь охолодження конденсатора та її експлуатації;
 - знижується шкідливий вплив на оточуюче середовище, зокрема, зменшуються теплові викиди в навколишнє середовище (викиди тепла з циркуляційною водою); для отримання додаткової теплоти від ТЕС, ТЕЦ, АЕС не потрібне додаткове спалювання палива, а, отже, і відсутні додаткові викиди забруднюючих речовин;
 - тепловий насос дає змогу ефективно сконцентрувати низькопотенційне тепло з метою подальшого його використання;
 - оскільки, тепло, отримане в тепловому насосі буде використовуватись для опалювання, то пару з відборів турбін на вказані потреби не потрібно відбирати. В результаті, пара, пройшовши по протічній частині парової турбіни зможе виробити додаткову кількість енергії, при цьому не збільшуючи витрату палива на енергоблок.
- Варто також зазначити деякі недоліки використання теплового насосу за даною схемою: проблема

у використанні отриманої теплоти влітку; велика вартість устаткування; низька одинична потужність існуючих теплових насосів; енергоблок жорстко зв'язаний через систему теплопостачання із споживачами.

Проте, врахування вищевказаних недоліків є предметом подальших досліджень в цьому напрямку.

Висновки

Утилізація низькопотенційного тепла відпрацьованої пари турбіни дає змогу підвищити техніко-економічні та екологічні показники енергоблоків ТЕС та АЕС. Так, для енергоблоку 200МВт із застосуванням високошвидкісного парокompресійного насоса можливо додатково використати ≈ 270 МВт теплоти.

Література

1. Рыжкин В. Я. Тепловые электрические станции [Текст] / В.Я. Рыжкин. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергия, 1976. — 448 с.
2. Пристрої для утилізації теплової енергії [Текст] : навч. посібник./ Й.С. Мисак, Я.М. Гнатишин, В.Ф. Близнюк, В.Ю. Крук. — Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2006. — 152 с.
3. Куперман Л. И. Вторичные энергоресурсы и энерготехнологическое комбинирование в промышленности [Текст] / Куперман Л. И., Романовський С. А., Сидельковский Л. Н. — К.: Вища школа, 1986. — 303с.
4. Мартыновский В.С. Циклы, схемы и характеристики термотрансформаторов [Текст] / В.С. Мартыновский; под. общ. ред. В.М.Бродянского — М.: Энергия, 1979. — 288 с.
5. Хайрих Т.С. Теплонасосные установки для отопления и горячего водоснабжения [Текст] / Т.С. Хайрих; под. общ. ред. Б.К.Янвеля. — М.: Стройиздат, 1985. — 351 с.
6. Морозюк Т.В. Теория холодильных машин и тепловых насосов [Текст] / Т.В. Морозюк. — Одесса: Студия «Негоциант», 2006. — 712 с.
7. Омеляновський П.Й. Теплова енергетика – нові виклики часу [Текст] / П. Й. Омеляновський, Й. С. Мисак. — Львів: НВФ «Українські технології», 2009. — 660 с.

Досліджено особливості формування паливних гранул із використанням деревних відходів і в'язучого органічного походження. Запропонована установка для гранулювання. Досліджено технічні характеристики отриманих гранул

Ключові слова: паливні гранули, відходи деревини, гранулювання

Исследованы особенности формирования топливных гранул с использованием древесных отходов и связующего органического происхождения. Предложена установка для гранулирования. Исследованы технические характеристики полученных гранул

Ключевые слова: топливные гранулы, отходы древесины, гранулирование

The features of formation of fuel pellets using wood waste and binder of organic origin was investigated. The plant for granulation was proposed. Specifications of derived granules was researched

Keywords: pellets, woods waste, granulation

УДК 661.2/6.001.2

ГРАНУЛЮВАННЯ ПАЛИВНИХ МАТЕРІАЛІВ

М.С. Мальований

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри*

E-mail: mmal@lp.edu.ua

Р.Я. Бать*

*Кафедра «Екології та охорони навколишнього середовища»

Національний університет «Львівська політехніка»

пл. Св. Юри, 3/4, м. Львів, Україна, 79013

Контактний тел.: (032) 258-24-53

Відомо, що Україна є енергодефіцитною державою, власні енергетичні ресурси забезпечують потреби промисловості менше ніж на 50%, а тому держава економічно залежна від країн, які забезпечують її рідким та газоподібним паливом.

У зв'язку із швидкими темпами зростання споживання енергії виникають значні проблеми щодо майбутніх додаткових джерел енергії. Існує два на-

Вступ

Основними первинними джерелами енергії на сьогодні є викопне паливо: кам'яне вугілля, нафта та газ.