

Section: Oil and Gas Technologies, Engineering and Thermal Power Engineering

DOI 10.70286/EOSS-24.11.2025.005

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОХОЛОДЖЕННЯ ГРАДИРЕНЬ ШЛЯХОМ ПЕРЕДОХОЛОДЖЕННЯ ПОВІТРЯ ЦИКЛОМ МАЙСОЦЕНКА

Ступак Олег Станіславович

доктор філософії

Інститут технічної теплофізики НАН України

Анотація.

У роботі розглянуто можливості підвищення ефективності охолодження циркуляційної води в градирнях шляхом використання термодинамічного циклу Майсоценка для передохолодження повітря. Встановлено, що традиційні градирні обмежені температурою мокрого термометра, що знижує ефективність охолодження. Інтеграція М-циклу дозволяє охолоджувати повітря до температури, близької до точки роси, що забезпечує покращення теплопередачі, зменшення витрат води та підвищення енергоефективності систем охолодження.

Ключові слова: тепломасообмінні апарати, цикл Майсоценка, непряме випарне охолодження, градирня, енергоефективність, охолодження води, охолодження повітря.

Вступ

Градирні є ключовими елементами систем охолодження атомних та теплових електростанцій. Їх ефективність значною мірою залежить від атмосферних умов, особливо від температури мокрого термометра. При високих температурах повітря традиційні градирні не здатні забезпечити достатнє охолодження циркуляційної води, що призводить до зниження вакууму у конденсаторі, падіння ККД енергоблоків та підвищення витрат води і палива. Тому актуальним є пошук нових технічних рішень, які дозволяють обійти обмеження, пов'язані з вологотермодинамічними властивостями повітря.

Мета та завдання дослідження

Метою дослідження є підвищення ефективності охолодження градирень шляхом впровадження циклу Майсоценка для передохолодження повітря. Для досягнення мети необхідно виконати наступні завдання:

- проаналізувати принцип роботи М-циклу та його застосування в системах охолодження;
- дослідити вплив передохолодження повітря на тепломасообмін у градирнях;
- провести математичне моделювання ефективності модернізованої градирні;

– оцінити економічну доцільність впровадження запропонованої технології.

Результати дослідження та їх обговорення

У результаті аналізу встановлено, що використання М-циклудозволяє охолоджувати повітря нижче температури мокрого термометра, наближаючись до точки роси[1-4]. Це досягається шляхом організації проточного та протиточного тепло- і масообміну між потоками вологого та сухого повітря. За умовами типових для України літніх температур (30–35 °С) традиційні градирні забезпечують зниження температури води до 28–30 °С. Натомість модернізована система з М-циклом[5,6] здатна знизити температуру води до 22–24 °С, що значно покращує тепловий режим роботи енергоблоків.

Математичне моделювання показало, що при однаковій витраті повітря ефективність теплопередачі зростає на 15–20%, а при оптимізації геометрії теплообмінника — до 30%. Запропонована конструкція може бути реалізована шляхом встановлення додаткового теплообмінного модуля перед основною градирнею.

Експериментальні дослідження, проведені на лабораторному стенді, підтвердили можливість зниження температури циркуляційної води на 5–6 °С у порівнянні з базовою конструкцією градирні. Це забезпечує підвищення ККД енергоблоку на 1,2–1,5% та скорочення витрат води до 30%. Для енергоблоку потужністю 1000 МВт річна економія може перевищувати 2 млн доларів США, а термін окупності системи становить 1–2 роки.

Висновки

Інтеграція циклу Майсоценка в систему охолодження градирень дозволяє значно підвищити ефективність їхньої роботи. Запропонована технологія забезпечує глибше охолодження циркуляційної води, покращує теплові показники, зменшує витрати води та палива, а також має високий економічний потенціал. Подальші дослідження спрямовані на створення промислових зразків і впровадження системи на енергетичних підприємствах України.

Список використаних джерел

1. Ступак О., Халатов А. Тепло- та масообмін в новому енергоефективному тепломасообмінному апараті за М–циклом : монографія. Київ, 2021. 106 с.
2. Халатов А. А. Термодинамічний цикл Майсоценка і перспективи його застосування в Україні / А. А. Халатов, І. М. Карп, Б. В. Ісаков // Вісник Національної академії наук України. 2012. №2. С. 38–49.
3. Система повітряного опалення: пат. 111096; заявл. 09.06.2016; опубл. 25.10.2016, Бюл. № 20.
4. Система повітряного опалення: пат. 129896; заявл. 22.09.2016; опубл. 26.11.2018, Бюл. № 22.
5. Система повітряного опалення: пат. 119186; заявл. 22.06.2017; опубл. 10.05.2019.
6. Система повітряного опалення: пат. 128732; заявл. 07.02.2018; опубл. 10.10.2018. , Бюл. № 19.