

ВТОРИННЕ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОТИ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ ПІДПРИЄМСТВ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕПЛОВОГО НАСОСУ

Лазорко М. І., студент, Ференц В. І., студент

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра відновлюваних джерел енергії

Вступ. На даний момент в світі дуже сильно розвинулися теплові насоси, в порівнянні з минулими десятиліттями. З кожним роком з'являються нові варіації даних агрегатів, збільшується коефіцієнт перетворення енергії та урізноманітнюються принципи їх роботи. В результаті такого бурхливого розвитку теплові насоси можна використовувати як допоміжне обладнання для відбору низькопотенційної енергії як на великих підприємствах, так і на маленьким з єдиним джерелом енергії у вентиляційних потоках повітря [1].

Мета роботи. Ознайомитись з принципами та способами вторинного використання теплоти відпрацьованих газів підприємств. Розглянути класифікацію та механізм роботи теплових насосів. Засвоїти способи реалізації отримання корисної теплоти з низькопотенційних джерел енергії.

Матеріали і результати досліджень. Тепловий насос – пристрій, що використовує низькопотенційні джерела тепла і примножує його з метою подальшого використання споживачем. Тепловий насос дозволяє використовувати поновлювану та безкоштовну енергію тепла, що присутня в навколишньому середовищі або є результатом діяльності людини [2].

За принципом роботи розрізняють компресійні, абсорбційні, адсорбційні, компресійно-резорбційні і термоелектричні теплові насоси.

Компресійний тепловий насос складається з двох теплообмінників, компресора і дроселя. Робоче тіло, виходячи з випарника, потрапляє в компресор, стискається, потрапляє в конденсатор. В конденсаторі відбирається високотемпературна енергія і передається на потреби споживача. Далі робоче тіло починає конденсуватися і через дросель, де вирівнюється температура і тиск, до тих значень, що були на початку циклу, потрапляє назад у випарник.

В абсорбційному тепловому насосі замість компресора з'являється ще один контур. У випарнику, де знаходиться рідкий аміак, відбувається поглинання температури від низькопотенційного джерела і, як наслідок, випаровування робочого тіла. Аміак потрапляє в другий контур, де з'єднується з водою. При з'єднанні аміаку з водою виділяється приховане тепло, яке відводиться споживачу. За допомогою насосу ця суміш перекачується в регенератор. Тоді, при підводі тепла від високотемпературного джерела теплоти, суміш знову розділяється на складові і аміак, за допомогою дроселя, повертається на початок циклу.

Адсорбційні теплові насоси працюють за тим самим принципом, що і абсорбційні, але з використанням інших матеріалів: вода в якості адсорбата, штучні цеоліти в якості адсорбента. В зв'язку з цим, такі насоси більш екологічні. Основний принцип роботи адсорбційного теплового насосу полягає в чергуванні процесів адсорбції і десорбції. Говорячи про реалізацію, процеси можуть відбуватися в одному корпусі, або в різних почергово (конденсатор і

випарник окремо). Адсорбція буде супроводжуватися виділенням теплоти. Процес виділення теплоти зумовлений зміною поверхневого натягу і процесами мікроконденсації парів в порах або капілярах адсорбента. Реалізація цього процесу потребує відведення теплоти від адсорбенту зовнішнім і значно холоднішим джерелом.

Компресійно-резорбційний тепловий насос відрізняється від абсорбційного тим, що теплота резорбції (абсорбція під тиском) значно більша ніж теплота абсорбції. За рахунок теплоти резорбції і за рахунок догріву води зустрічним потоком суміші з конденсатора-резорбера відбувається підвищення коефіцієнта ефективності. За рахунок цього, КОП рівний 6.5-7. Поки це найбільше практично досягне значення.

Принцип роботи термоелектричного теплового насосу базується на ефекті Зеебека. Томас Зеебек відкрив явище появи електрорушійної сили (ЕРС) в колі двох спаяних між собою різнорідних провідників при підтримуванні на їхніх краях сталої різниці температури. ЕРС залежить від роду провідників і значення підтримуваної температури. Робота теплового насосу Пельтьє (термоелектричного теплового насосу) полягає в зворотному ефекті явища Зеебека. При пропусканні електричного струму через термопари виникає потік тепла. Найпростіший термоелектричний тепловий насос можна отримати при використанні термоелектричних елементів, що являють собою з'єднані напівпровідники р - і n-типу по яких протікає електричний струм [2].

На великих підприємствах, де використовуються паливні котли різних конфігурацій, з кожним роком все гостріше постає питання повного використання хімічної енергії палива. Навіть при максимальних коефіцієнтах потужності котельних агрегатів з димовими газами в атмосферу потрапляє значна кількість нереалізованої теплоти, ресурс якої складається з фізичної теплоти димових газів та з теплоти конденсації водяної пари, що є досить вагомим компонентом.

Дану проблему можна вичерпати за допомогою глибокого охолодження відпрацьованих газів, яке можна реалізувати завдяки використанню теплообмінних апаратів. Проте тут впливає ще одна складність, при використанні поверхневих чи контактних теплообмінників потрібно зважати на температурний графік, адже дані апарати можуть працювати лише при температурі, придатній для прямої утилізації теплоти. Найкращим рішенням даної проблеми є використання теплових насосів класу «повітря-повітря», які здатні ефективно працювати навіть з низькотемпературними джерелами енергії. Ресурс теплоти відпрацьованих газів підприємств є співставним з ресурсом низькотемпературної теплоти інших джерел енергії, таких як навколишнє повітря, ґрунт та водойми [3].

При використанні теплових насосів для утилізації теплоти відпрацьованих газів потрібно також прийняти до уваги, що останні повинні бути добре очищені, адже при спалюванні біомаси чи твердопаливної сировини димові гази містять в собі тверді частинки, тому така система глибокого охолодження відпрацьованих газів повинна тісно співпрацювати із системою очищення цих газів [4].

Окрім підприємств різного призначення, що використовують в своїй роботі паливні котли слід звернути особливу увагу на крематорії. Дані установи з кожним роком стають все більш затребуваними у великих містах. Завдяки використанню засобів вторинного задіяння теплоти відпрацьованих газів, завдяки використанню теплових насосів, можна отримати значні джерела теплової енергії, яку можна використовувати в різноманітних цілях. Така реорганізація крематоріїв буде сприяти значно ефективнішому їх використанню та кращому очищенні димових газів, які потрапляють в атмосферу [5].

Висновки. На сьогоднішній день існує велике різноманіття теплових насосів, які мають різний принцип дії та оснований на різних фізичних процесах. Коефіцієнт перетворення енергії в кожного насосу різний, він в більшій мірі залежить від температури низькопотенційного джерела, проте з кожним роком проводяться дослідження з вдосконалення даних агрегатів.

Відпрацьовані димові гази є джерелом значної теплової енергії, яка може бути використана в промислових цілях чи з метою теплопостачання. Впровадження теплових насосів в промисловий сектор буде сприяти зменшенню споживання органічного палива для вироблення теплової енергії. Для максимальної реалізації теплоти продуктів згоряння органічного палива пропонується використання теплових насосів класу «повітря-повітря». Таке технічне рішення обумовлене можливістю теплових насосів ефективно працювати при низьких температурах джерела енергії що є перевагою над теплообмінними апаратами, які працюють за температур прямої утилізації.

Така реорганізація підприємств сприятиме підвищенню ефективності виробництва теплової енергії, за рахунок повного використання фізичної теплоти димових газів та теплоти конденсації водяної пари.

Перелік посилань

1. Слободян Н. М. Аналітичний огляд основних схем використання відпрацьованого тепла. 2020р. - С. 1-3.
2. Walter Grassi. Heat Pumps. Fundamentals and Applications. Springer 2018. – P 15-88.
3. Жовмір М. М. Утилізація низькотемпературної теплоти продуктів згоряння палив за допомогою теплових насосів. Енергозбереження 2008 р. – С. 90-98.
4. Семеніхіна Л. В. Використання прихованої теплоти конденсації водяної пари з продуктів згоряння природного газу. Наукові записки. 2013 р.- С. 85-91.
5. Andrew Mourant. Should the excess heat from cremation be recycled?. 2011. URL: <https://www.theguardian.com/education/2011/apr/25/cremation-excess-heat-research> (дата звернення 14.11.2021 р.)