

АНАЛІЗ ФАКТОРІВ ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТЕПЛОВОГО НАСОСА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Наведено комплексні фактори для експерта проекту з оцінювання технічного стану теплового насоса, що дає змогу отримати належні управлінські рішення з врахуванням кількісних та якісних збуджуючих факторів, які впливають на надійність та довговічність роботи теплового насоса. Це дозволяє використовувати експертно-лінгвістичну інформацію для прогнозування технічного стану теплового насоса в залежності від факторів, що його обумовлюють.

Ключові слова : моделювання, фактори впливу, теплові насоси, функції належності, прогнозований технічний стан.

Abstract

The complex factors for the expert of the project on the estimation of the technical condition of the heat pump are presented, which allows to receive the appropriate management decisions taking into account quantitative and qualitative excitatory factors that influence the reliability and durability of the operation of the heat pump. This allows using expert-linguistic information to predict the technical state of the heat pump, depending on the factors that determine it.

Keywords: modeling, factors of influence, heat pumps, membership functions, predicted technical condition.

Вступ

Освоєння нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії (НВДЕ) слід розглядати як важливий фактор підвищення рівня енергетичної безпеки та зниження антропогенного впливу енергетики на довкілля. Масштабне використання потенціалу НВДЕ в Україні має не тільки внутрішнє, а й значне міжнародне значення як вагомий чинник протидії глобальним змінам клімату планети, покращення загального стану енергетичної безпеки Європи. Тому шляхи та напрями стратегічного розвитку НВДЕ в країні повинні сприяти солідарним зусиллям Європейської спільноти у галузі енергетики та відповідати основним принципам Зеленої книги "Європейська стратегія сталої, конкурентоздатної та безпечної енергетики" (Брюссель, 8.3.2006. СОМ(2006) 105) [1,2].

Досвід розвинутих країн використання теплових насосів як відновлювальних джерел енергії свідчить, що вони порівняно з котельними дозволяють економити 30-70 кг палива на вироблену 1 МВ \cdot год теплової енергії. Ступінь термодинамічної досконалості парокомпресійних теплових насосів визначають коефіцієнтом перетворення, який залежить від температури кипіння і конденсації робочого тіла і дорівнює 1,5-5. Іншими словами, на 1 кВт електричної потужності, що витрачається на привід компресора, при використанні низькопотенційних джерел можна отримати 1,5-5 кВт теплоти з вищим температурним потенціалом. Цикл абсорбційного теплового насоса на відміну від парокомпресійного супроводжується витрачанням теплової енергії при порівняно високій температурі. На 1 Мвт теплоти, витраченої на випаровування води з розчину броміду літію в генераторі, тепловий насос може видати 1,6 МВт у результаті використання теплоти низько потенційного джерела. Незважаючи на широке використання теплових насосів, які використовують низькопотенційні джерела теплоти різних джерел, відсутнє наукове обґрунтування надійності їх технічного стану з врахуванням їх кількісних та якісних чинників [2,6].

Метою роботи є аналіз факторів оцінки надійності технічного стану теплових насосів, які як джерело низькопотенційної теплоти використовують природну воду артезіанського походження. В процесі експлуатації виявляються помилки і прорахунки, допущені при розробці проекту станції, а також якість виготовлення будівельних конструкцій і монтажу обладнання. Тому є велика відповідальність, яка полягає не тільки в правильній експлуатації споруд, механізмів і машин, але й в своєчасному виявленні і усуненні можливих будівельних, заводських і монтажних дефектів.

Результати дослідження

Основна мета контролю та діагностики обладнання є упередження відмов, зниження втрат тепла та витрат на ремонти, що вкрай важливо для надійного і ефективного функціонування теплового насоса.

Для встановлення ієрархічних зв'язків факторів, що впливають на технічний стан теплового насоса виконано їх класифікацію.

- 1) Науково-технічний рівень проектних рішень (x), що включає такі фактори:
 - помилки в визначенні розрахунку потужності теплового насоса;
 - конструктивне виконання схем;
 - відхилення технічних характеристик теплового насоса від паспортних даних;
 - принцип роботи теплового насоса;
 - автоматизація та диспетчеризація управління частинами теплового насоса.
- 2) Будівельно-монтажні роботи (y), що включають в себе такі фактори впливу:
 - механічні пошкодження при транспортуванні та монтажі комплектуючих системи;
 - відхилення від глибини закладання колекторів теплового насоса;
 - відхилення від проміжної відстані між колекторами теплового насоса;
 - дотримання чинних норм та правил під час будівельно-монтажних робіт.
- 3) Експлуатаційні показники (z), що включають в себе такі фактори впливу:
 - попадання сміття у випарник під час експлуатації або затоплення теплового насоса;
 - мінералізація води, що використовує система теплового насоса;
 - кваліфікаційний рівень обслуговуючого персоналу;
 - якість міжремонтних та ремонтних заходів;
 - дотримання чинних норм та правил під час експлуатації;

Будь-яка система при експлуатації, зберіганні та транспортуванні зазнає внутрішнього і зовнішнього впливу, в результаті якого порушується її працездатність. Розглянемо основні процеси пошкодження теплового насоса (рис.1)



Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите в меню "Параметры".

Рисунок 1. Основні фактори, що впливають на процес пошкодження теплового насоса.

Під дією механічних навантажень виникають різні внутрішні напруження і, як наслідок, деформації, тріщини і поломки деталей. Деформації поділяють на пружні й пластичні. Пружні відбуваються лише в момент прикладення навантажень. Тріщини є результатом дії змінних навантажень. З часом вони збільшуються і це спричинює руйнування деталі. Поломки відбуваються в найбільш неміцних місцях (переходи, різі, та ін.).

Зношування – це процес поступової зміни деталі під дією тертя. Характер цього процесу визначається видом тертя, фізико-хімічними властивостями матеріалу, швидкістю відносного переміщення поверхонь тертя, величиною і характером навантаження, видом і якістю мастил, умовами експлуатації. При корозії відбувається зміна матеріалу під дією довкілля (повітря, рідини, газу, температури тощо) метали при цьому змінюють свої властивості[3,13].

Кавітація – це порушення суцільності всередині рідини, тобто утворення в ній порожнин. Кавітація характеризується виникненням у потоці рідини так званих кавітаційних бульбашок (пухирців), заповнених паром, газом або повітрям. Вони виникають у випадку, коли тиск у потоці рідини стає меншим, ніж тиск насиченої пари для даної температури. При подальшому русі утворені пухирці потрапляють у зону підвищеного тиску і відбувається їх руйнування. При захопленні пухирців тиск збільшується до десятків атмосфер, і якщо воно відбувається на поверхні деталі, то це призводить до її руйнування. Кавітація негативно впливає на роботу теплових насосів і їх технічний стан. При цьому відбуваються зміна характеристик роботи машини (зменшення подачі, напору, ККД), руйнування поверхонь деталей (викришування металу), спостерігаються шум і вібрація. Нагрівання деталей до температури, вищої за критичну, спричиняє зміну структури матеріалу і, як наслідок, деформації і прогорання деталей.

Негативний вплив людини може бути у випадках недостатнього знання механізмів, халатності, втоми та ін. Наслідки при цьому можуть бути різними. Моральне зношення характеризується використанням малопродуктивних, металоємних, неекономічних машин, в основному через відсутність коштів. При цьому витрачаються марно електроенергія, тепло, матеріальні ресурси, кошти. Шкода, яку спричиняють морально зношені машини, дуже велика. Це спонукає споживача до розроблення нових машин і енергозберігаючих технологій.

Будь-які фізичні або хімічні процеси, що пов'язані з виділенням або поглинанням тепла і, відповідно, виникненням дефектів устаткування, супроводжуються появою температурних аномалій. На цій основі за допомогою тепловізійної техніки можна швидко знайти витoki тепла й теплоносіїв, виявити зони розгерметизації, появу тріщин, порушення контактів тощо, тобто знайти приховані дефекти різної природи, виявити їх зародження та розвиток[5,14].

У світовій практиці тепловізійні технології широко застосовуються для проведення технічної діагностики складного відповідального устаткування, керування технологічними процесами, екологічного моніторингу тощо. У даний час реалізовані значення абсолютної (2 %) і відносної (0,1 К) температурної чутливості забезпечують вирішення зазначених задач. При цьому основне навантаження та відповідальні вимоги лягають на програмне забезпечення вимірювань, аналізу та прогнозування стану об'єкта, що досліджується. Тепловізійна діагностика в Європі використовується з середини 70-х років. Роботи, що проводяться на основі цього методу, дають змогу суттєво підняти надійність експлуатації обладнання і його монтажу, а також якість будівельних робіт і знизити на 10 - 20 % енерговитрати на опалення житлових будинків. У даний час там діє міжнародний стандарт ІСО 6781-83 «Теплоізоляція. Якісне знаходження теплотехнічних порушень обмежуючих конструкцій. Інфрачервоний метод».

ВИСНОВКИ

Проаналізувавши складові та середовище роботи теплового насоса, виявили комплексні фактори, які впливають на надійність та довговічність роботи теплового насоса. Це дозволить уникнути вагомих помилок на етапі проектування, встановлення та підтримувати на заданому рівні під час експлуатації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних і нетрадиційних джерел енергії України / НАН України, Інститут відновлюваної енергетики, Держ. ком. України з енергозбереження – К., 2005.– 45 с..
2. Аналіз сучасного стану альтернативної енергетики та рекомендації по екологізації паливно-енергетичного комплексу України. [Електронний ресурс]- Режим доступу: <http://eco.com.ua/content/analiz-suchasnogo-stanu-alternativnoi-energetiki-ta-rekomendatsii-po-ekologizatsii-palivno-e>
3. Ратушняк Г. С. Моделювання надійності систем теплопостачання на основі лінгвістичної інформації. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – Ратушняк Г. С., Левицький О., Ратушняк О. Г. Вінниця, УНІВЕРСУМ. - 2004. - С. 179-192.
4. Ратушняк Г.С. Енергозберігаючі відновлювальні джерела теплопостачання: навч. посіб./ Г. С. Ратушняк, В. В. Джеджула, К. В. Анохіна – Вінниця: ВНТУ, 2010 5. Теплові насоси. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://tteh.com.ua/pub.php?id=15&lang=ukr>.
6. Навчальний посібник. Низькопотенційна енергетика. А. О.Редько, М. К. Безродний, М.В. Загорученко, О. Ф. Редько, Г. С. Ратушняк, М. Г.Хмельнюк. Харків 2016.
7. Мальований М. С. Світовий досвід, переваги та недоліки застосування теплових насосів у теплоенергетиці України / М. С. Мальований, О. Ю. Берлінг // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2012. – № 3 – С. 89–94.
8. Адаменко О. М. Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії. Монографія./ О.М. Адаменко, В. А. Височанський, В. М. Лютко – Івано-Франківськ:ІМЕ, 2001. – 432с.
9. Васильев Г. П. Теплохладоснабжение зданий и сооружений с использованием низкопотенциальной тепловой энергии поверхностных слоев Земли: монография / Г. П. Васильев. – М: Издательский дом «Граница», 2006. – 176 с., ил. С. 62 – 66.
10. Руководство по применению тепловых насосов с использованием вторичных энергетических ресурсов и нетрадиционных возобновляемых источников энергии. Москомархитектура. ГУП "НИИЦ", 2001
11. Амерханов Р. А. Гетротермальная энергия в системах теплоснабжения / Р. А. Амерханов // Промышленная теплотехника. – 2006. – Т. 28, № 2. – С.30-34.
12. Безродний М. К. Оптимальна робота теплового насоса в низькотемпературних системах опалення з використанням теплоти ґрунту / М. К. Безродний, Н. О. Притула // Наукові вісті Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". -2012.-№1.-С.7-12.
13. Навчальне видання. Сумський державний університет 2014. Надійність гідромашин і гідроприводів.
14. Б. Б. Бандурян, Г. М. Федоренко, Л. Б. Остапчук, В. О. Саратов. Контроль та діагностика технічного стану основного електротехнічного та теплового обладнання на основі тепловізійних технологій. Режим доступу: http://mmtc.smn.com.ua/downloads/2006_04/c125.pdf

Георгій Сергійович Ратушняк — канд. техн. наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email : ratusnak@gmail.com

Дмитро Анатолійович Шпіта— аспірант, кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця : DimaShpita95@e-mail.ua

Heorhiy S. Ratushniak — Ph.D., Professor of the Department of Engineering Systems in Construction,, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, ratusnak@gmail.com

Dmitri A. Shpita— postgraduate, Department of the Department of Engineering Systems in Construction,, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : DimaShpita95@e-mail.ua