

Poznań 24.04.2025r.

Sebastian Śniegowski,

Streszczenie rozprawy doktorskiej

Projekt, wykonanie oraz badanie wytwornicy wody ziębniczej, do zastosowań gospodarczych i przemysłowych pracującej na ekologicznym czynniku termodynamicznym

mgr inż. Sebastian Śniegowski

PL

Zrealizowana analiza aktów prawnych i literatury ujawniła brak szerokiej dostępności informacji dotyczących wytwornic wody ziębniczej pracujących z naturalnymi i ekologicznymi czynnikami chłodniczymi. Dotychczas autorzy skupiali się na komponentach używanych do agregatów chłodniczych, przeglądzie dostępnych czynników chłodniczych lecz nie z uwzględnieniem stosowania ekologicznych czynników chłodniczych w połączeniu z wysoce sprawnymi energetycznie układami chłodniczymi. Przedstawiono główne komponenty układów wytwornic wody ziębniczej uwidaczniając wady i zalety ze względu na zastosowanie. Przedstawiono dostępne czynniki pochodzenia naturalnego mogące stawić czoła aktualnym wymaganiom pod względem energetycznym, prawnym oraz użytkowym. Rozwinięto aspekty bezpieczeństwa stosowania czynników chłodniczych według kryterium toksyczności i palności. Zgromadzono aktualne wytyczne dotyczące projektowania wytwornic wody ziębniczej zgodnie z aktualnymi aktami prawnymi, wymaganiami sprawności energetycznych oraz uwzględniając plany wycofywania nie ekologicznych czynników chłodniczych do 2050 roku.

Zrealizowane studia z zakresu literatury pozwoliły precyzyjnie określić cel oraz zakres pracy. W kolejnej części dokonano przeglądu zalet i wad wybranych metod wielokryterialnego wspomaganie podejmowania decyzji. Wykonano analizę zalet, wad, różnic pomiędzy metodami, określonymi warunkami i przyjętymi kryteriami w celu doboru odpowiedniej metody. Za pomocą wielokryterialnej metody wspomaganie decyzji dokonano wyboru optymalnego i ekologicznego czynnika chłodniczego R290(propan). Czynnik ten ma na celu

zmniejszenie negatywnego wpływu na środowisko naturalne, eliminując tradycyjne, szkodliwe substancje stosowane w wytwornicach wody ziębniczej.

Następnie opisano proces projektowania eksperymentalnej wytwornicy wody ziębniczej uwzględniając parametry termodynamiczne oraz optymalizację konstrukcji wytwornicy, aby zapewnić wysoką efektywność energetyczną i bezpieczeństwo. Wykonano eksperymentalne stanowisko zgodnie z wytycznymi projektu oraz dokonano jego optymalnej regulacji dla założonego celu.

Eksperymentalną wytwornicę wody ziębniczej poddano badaniom laboratoryjnym, a wyniki tych badań stanowią istotny element pracy. Przeprowadzono wiele prób i testów w wyniku których dostosowano parametry pracy, napełnienie układu odpowiednią ilością czynnika chłodniczego, propanu dla pracy w różnych warunkach eksploatacyjnych. Skoncentrowano się na ocenie efektywności procesu wytwarzania wody ziębniczej w różnych warunkach operacyjnych zgodnie z obraną metodologią badawczą oraz na analizie parametrów termodynamicznych, takich jak temperatura, ciśnienie i przepływ chłodziwa.

Dokonano zestawienia najczęściej stosowanych roztworów wodno-glikolowych (cieczy niezamarzających) w określonych warunkach pracy instalacji. Wykonano badania sprawności energetycznej istniejącego już stanowiska badawczego dla ziębników o innych charakterystykach fizyko-chemicznych oraz innych temperaturach pracy. Porównano wyniki badań z aktualnymi rynkowymi odpowiednikami.

W końcowej części pracy przedstawiono wyniki badań, które wykazały dużą efektywność energetyczną z zachowaniem wymagań ekologicznych na najbliższe lata. Przeanalizowano również potencjalne kierunki rozwoju oraz możliwość komercjalizacji opracowanego urządzenia w przemyśle chłodniczym, klimatyzacyjnym oraz w innych dziedzinach wymagających wytwarzania wody ziębniczej.

The analysis of legal acts and literature revealed a lack of wide availability of information on chilled water generators working with natural and ecological refrigerants. So far, the authors have focused on components used for refrigeration units, a review of available refrigerants, but not taking into account the use of ecological refrigerants in combination with highly energy-efficient refrigeration systems. The main components of chilled water generator systems are presented, highlighting the advantages and disadvantages in terms of application. Available natural refrigerants that can meet current requirements in terms of energy, law and utility are presented. The safety aspects of using refrigerants are developed according to the toxicity and flammability criteria. Current guidelines for the design of chilled water generators are collected in accordance with current legal acts, energy efficiency requirements and taking into account the plans to phase out non-ecological refrigerants by 2050.

The conducted literature studies allowed to precisely define the purpose and scope of the work. The next part presents a review of the advantages and disadvantages of selected multi-criteria decision support methods. An analysis of advantages, disadvantages, differences between methods, specific conditions and adopted criteria was performed in order to select the appropriate method. Using the multi-criteria decision support method, the optimal and ecological refrigerant R290 (propane) was selected. This agent aims to reduce the negative impact on the natural environment, eliminating traditional, harmful substances used in chilled water generators. Then, the process of designing an experimental chilled water generator was described, taking into account thermodynamic parameters and optimization of the generator design to ensure high energy efficiency and safety.

An experimental stand was constructed in accordance with the project guidelines and its optimal adjustment was made for the assumed purpose. The experimental chilled water generator was subjected to laboratory tests, and the results of these tests constitute an important element of the work. Many trials and tests were carried out, as a result of which the operating parameters were adjusted, the system was filled with the appropriate amount of refrigerant, propane for work in various operating conditions. 116 The focus was on the assessment of the efficiency of the chilled water production process in various operating conditions in accordance with the selected research methodology and on the analysis of thermodynamic parameters, such as temperature, pressure and coolant flow.

A comparison of the most commonly used water-glycol solutions (antifreeze liquids) was made in specific operating conditions of the installation. Energy efficiency tests were

carried out on the existing test stand for refrigerants with other physicochemical characteristics and other operating temperatures. The test results were compared with current market equivalents.

The final part of the work presents the results of the tests, which showed high energy efficiency while maintaining ecological requirements for the coming years. Potential directions of development and the possibility of commercialization of the developed device in the refrigeration and air-conditioning industry and in other fields requiring the production of chilled water were also analyzed.