

## **Streszczenie**

---

W pracy doktorskiej została przedstawiona ocena techniczno-ekonomiczna zastosowań pomp ciepła w systemach ogrzewania i chłodzenia samochodów. W pierwszych rozdziałach pracy przedstawiono techniczny przegląd układów grzania oraz chłodzenia w samochodach. W pracy autor przedstawił historię pojazdów z uwzględnieniem problemów związanych z układami grzewczo-chłodniczymi. Przedstawiony został również szeroki przegląd układów napędowych. Opisane zostały charakterystyki napędowe poszczególnych rozwiązań. Scharakteryzowane zostały parametry pracy związane z układami grzewczo-chłodniczymi we wszystkich rozwiązaniach. Przedstawione zostały technologie napędowe oraz rozwiązania techniczne. Przegląd rozwiązań oraz technologii w samochodach został szczegółowo opisany. Uwzględnione zostały rozwiązania w Europie, oparte o najczęściej stosowane czynniki chłodnicze. Przedstawiony został podział układów ze względu na czynniki R134a (1,1,1,2-tetrafluoroetan), R1234yf (2,3,3,3-tetrafluoropropen) oraz R744 (dwutlenek węgla). Szczegółowe przedstawienie rozwiązań dostępnych na rynku europejskim wskazało zasadnicze problemy związane układami grzewczo-chłodniczymi. Scharakteryzowany został wpływ układów na podstawowe parametry pracy pojazdów elektrycznych. Opisany układ grzewczo-chłodniczy oparty o pompę ciepła w Nissanie Leaf zaprojektowany do pracy w różnych warunkach temperaturowych. Autor opisał stan wiedzy z zakresu układów grzewczo-chłodniczych opartych o pompy ciepła, uwzględniając najważniejsze wskaźniki ekologiczne, aspekty ekonomiczne oraz konkurencję pomiędzy producentami. Został przedstawiony dokładny opis czynników chłodniczych, z wyszczególnieniem zmiany technologicznych związanych z zastosowaniem różnego rodzaju czynników chłodniczych. Uwzględniono termodynamiczne zmiany w obiegach czynników chłodniczych zidentyfikowano, że zmiany warunków temperatury pracy mają największy wpływ na pracę systemu. Przedstawiony obieg w sprężarkowym urządzeniu chłodniczym, wskazał wpływ temperatury i ciśnienia na procesy grzewczo-chłodnicze. Podczas analiz oraz badań układów opartych o zasadę działania pompy ciepła uwzględniono wpływ materiałów (elastomery, stal oraz aluminium), z jakiego wykonano elementy układu. Wyniki wskazały złożoność procesu

technologicznego samej obróbki materiałów do wykorzystania podczas produkcji elementów oraz ich wpływ na pracę systemu. Opracowano z zestaw eksperymentów uwzględnianych podczas etapu walidacji układów-grzewczo-chłodniczych. Zapropionowane badania miały na celu uszczegółowienie procesu produkcji układów do przepływu czynnika chłodniczego w różnych układach grzewczo-chłodniczych w tym opartych o pompę ciepła. Opracowano metodologie dla wszystkich testów wraz z założeniami technologicznymi podczas produkcji. Przedstawiona została koncepcja układu pomiarowego w samochodzie badawczym. Wskazane rozwiązanie posiada zwiększony potencjał innowacyjności. Przedstawione zostały zalety związane z szerszym zakresem warunków brzegowych, podczas czego efektem jest dokładniejszy proces walidacji.