

Popularnonaukowe streszczenie projektu SubCoolJet

Cel projektu

Minimalizacja strat w łańcuchu żywnościowym jest niezbędna do ograniczenia globalnego i lokalnego problemu marnowania żywności. Ten cel projektowy jest szczególnie ważny podczas wycofywania syntetycznych czynników chłodniczych i wprowadzania płynów roboczych o niskim wpływie do wszystkich systemów chłodniczych. Z tego powodu celem SubCoolJet jest zbadanie zachowania przepływu, termodynamiki i efektów wymiany ciepła integracji termoelektrycznego rozwiązania dochłodzenia wraz z cyklem chłodzenia opartym na eżektorach z wykorzystaniem przyjaznych dla środowiska naturalnych płynów roboczych do redukcji łańcucha żywnościowego. Proces przechładzania cieczy czynnika chłodniczego w cyklu sprężania pary przy użyciu modułów termoelektrycznych (TEM), takich jak moduły Peltiera, umożliwi płynną kontrolę wydajności i znaczną poprawę wydajności energetycznej najnowocześniejszych cykli eżektorowych.

Motywacja podjęcia badań

Powszechna świadomość wpływu globalnego ocieplenia na środowisko i zmianę klimatu zmusza nas do znalezienia nowych skutecznych rozwiązań, które pozwalają ograniczyć negatywny wpływ każdego sektora na środowisko. W tej chwili przepisy dotyczące wycofywania wszystkich czynników chłodniczych na bazie fluorowęglowodorów (FC), chlorofluorowęglowodorów (CFC) i wodorofluorowęglowodorów (HCFC) z rynku, powoduje, że większość wodorofluorowęglowodorów (HFC), powszechnie stosowanych w procesach mrożenia dla ultra-niskiej temperatury, jest trudna do zastosowania oraz wycofana z rynku europejskiego od 2020 r. W związku z tym jedynym bezpiecznym i niezbędnym rozwiązaniem w przemyśle spożywczym i pozwalającym na ograniczenie strat w łańcuchu żywnościowym jest stosowanie naturalnych czynników chłodniczych tj. R744 i węglowodorów jako jednoskładnikowego płynu roboczego lub mieszaniny pomiędzy nimi ze względu na właściwości termodynamiczne, dostępność i brak negatywnego wpływu na środowisko. W celu utrzymania wysokiej wydajności energetycznej systemu (COP) w obszarach o niskiej i wysokiej temperaturze, wymagane jest stosowanie najnowocześniejszych technologii w systemie chłodniczym, co można osiągnąć poprzez integrację technologii strumienicowej z termoelektrycznym przechładzaniem.

Główną ideą jest zintegrowanie termoelektrycznej jednostki przechładzania ze strumienicowym obiegiem chłodniczym przy wykorzystaniu naturalnych czynników chłodniczych, które nigdy nie zostaną wycofane ze względu na negatywny wpływ na środowisko. Głównym celem strumienicy w układzie chłodniczym jest odzyskanie pracy rozprężania, co skutkuje wyższą sprawnością całego układu (nawet o 25%) oraz zmniejszeniem sprężu w sprężarce, co skutkuje niższym całkowitym zużyciem energii. Korzyści z integracji rozwiązania przechłodzenia wraz ze strumienicami dla płynów roboczych pochodzenia naturalnego można zdefiniować w następujący sposób: (a) poprawa wydajności energetycznej układu dla procesów chłodzenia ($2^{\circ}\text{C}\div 8^{\circ}\text{C}$), zamrażania niskotemperaturowego (do -25°C) oraz zamrażania w ultra-niskiej temperaturze (poniżej -25°C); (b) poprawa wydajności energetycznej układu dla procesów grzewczych, m.in. w pompach ciepła i przy suszeniu żywności; (c) sterowanie wydajnością chłodniczą i grzewczą proponowanych układów w celu optymalizacji pracy systemu w małych, średnich i dużych jednostkach chłodniczych; (d) rozszerzenie koperty pracy, zwłaszcza dla procesów niskiego i ultra-niskiego zamrażania; (e) nieograniczone stosowanie naturalnych czynników chłodniczych bez wpływu na efekt globalnego ocieplenia, niszczenia warstwy ozonowej, zdrowie ludzi i zatrucie wód gruntowych.

Opis projektu

Projekt zostanie wykonany w oparciu o symulacje numeryczne oraz badania eksperymentalne. Plan pracy projektu został podzielony na cztery zadania badawcze:

- Opracowanie modelu CFD procesu przechładzania cieczy czynnika chłodniczego sprężonego z jednowymiarowym elektromagnetycznym modelem numerycznym termoelektrycznych modułów Peltiera;
- Eksperymentalna analiza działania modułu przechładzania cieczy wewnątrz układu chłodniczego opartego na strumienicy CO_2 do zamrażania żywności w supermarketach;
- Eksperymentalne badanie strumienicowej pompy ciepła małej skali opartej na propanie wyposażonej w moduł przechładzania cieczy w celu poprawy wydajności i kontroli mocy;
- Analiza eksperymentalna układu chłodniczego wyposażonego w strumienicę oraz moduły przechładzania przy użyciu mieszaniny binarnej CO_2 i propylenu w celu poprawy wydajności w rozwiązaniach zamrażalniczych niskotemperaturowych na małą skalę np. zamrażarki typu „plug-in” w sklepach spożywczych.