KATEDRA MASZYN I URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH
WYDZIAŁ INŻYNIERII ŚRODOWISKA I ENERGETYKI
POLITECHNIKA ŚLĄSKA

ROZPRAWA DOKTORSKA

System magazynowania energii w sprężonym powietrzu sprofilowany na potrzeby dużych jednostek wytwórczych

Sebastian Waniczek

Dyscyplina:
Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka

Promotor:
Dr hab. inż. Łukasz Bartela, Prof. PŚ

Opiekun z ramienia przedsiębiorcy:
Dr inż. Marian Lipka

Pilchowice, 2022

Streszczenie

W pracy przedstawiono podstawy teoretyczne dla systemów magazynowania energii w sprężonym powietrzu oraz dokonano przeglądu struktur możliwych do wykorzystania jako magazynu sprężonego powietrza na terenie Polski, jak również dokonano ogólnego przeglądu magazynów ciepła, które mogłyby zostać wykorzystane do budowy systemu adiabatycznego. Główny cel pracy, jakim było opracowanie koncepcji adiabatycznego systemu magazynowania energii w sprężonym powietrzu, mogącego odegrać istotną rolę w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym, został zrealizowany. W pracy przedstawiono dwa podstawowe warianty systemu, to znaczy z izochorycznym oraz z izobarycznym magazynem sprężonego powietrza, gdzie wykorzystuje się opatentowany wynalazek hybrydowego magazynu sprężonego powietrza oraz ciepła, wykorzystującego nieczynny szyb pokopalniany. Na potrzeby koncepcji dokonano wstępnej weryfikacji możliwości wykorzystania szybu jako zbiornika ciśnieniowego oraz zaproponowano rozwiązania konstrukcyjne dla segmentowego zasobnika ciepła. Dla obu konfiguracji systemu wykonano analizy termodynamiczne dla różnych kombinacji ciśnień w magazynie sprężonego powietrza oraz temperatur ładowania zasobnika ciepła, jak również uwzględniono możliwość wykorzystania ciepła, które nie jest na chwilę obecną możliwe do zmagazynowania w racjonalny sposób. Część ciepła normalnie traconego do toczenia w fazie ładowania, planuje się wykorzystać do podgrzewu wody w magistrali ciepłowniczej, z wykorzystaniem wymiennika ciepłowniczego. Przeprowadzone analizy wykazały, że najbardziej sprawny jest system z izobarycznym magazynem sprężonego powietrza. Wykorzystując wskaźnik NPV wykonano uproszczoną analizę ekonomiczną dla dwóch głównych konfiguracji pracy systemu, w opcjach z wykorzystaniem wymiennika ciepłowniczego i bez. Zastosowany wymiennik ciepłowniczy wskazuje na duży potencjał zaproponowanych koncepcji. Analizy ekonomiczne wykazały wyższość izobarycznego systemu magazynowania energii w sprężonym powietrzu, w szczególności z wykorzystaniem wymiennika ciepłowniczego, jednocześnie wskazują, iż przy określonej różnicy cen energii elektrycznej system ten może być komercyjnie opłacalny.