

Mikroturbiny parowe

W ramach realizowanych zadań opracowano oraz przeprowadzono badania kilku alternatywnych rozwiązań urządzeń umożliwiających konwersję energii cieplnej na energię elektryczną. Przy założonym poziomie mocy oraz ograniczeniach wynikających z docelowego miejsca eksploatacji warunków domowych, optymalnym rozwiązaniem okazały się mikroturbiny parowe. Spośród badanych urządzeń ekspansyjnych najbardziej obiecujące wyniki uzyskano dla wariantu mikroturbiny promieniowej czterostopniowej oraz mikroturbiny promieniowej jednostopniowej.

Wytwarzanie energii elektrycznej przy użyciu mikroturbiny

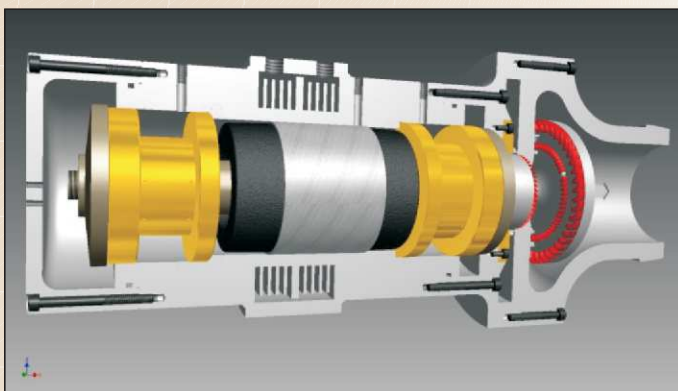
Nośnikiem energii w układzie ORC jest czynnik niskowrzący. Aby mógł on napędzać mikroturbinę jest podgrzewany w wymienniku ciepła do temperatury, w której dochodzi do zmiany stanu skupienia z ciekłego na gazowy (następuje odparowanie).

Czynnik w postaci gazowej o odpowiednim ciśnieniu jest doprowadzany do układu łopatkowego mikroturbiny, powodując jej rozpędzenie, a następnie utrzymywanie stałej prędkości obrotowej. Energia mechaniczna ruchu obrotowego wału jest następnie zamieniana przy użyciu generatora na energię elektryczną, która po odpowiednim przygotowaniu może być wykorzystana np. w gospodarstwie domowym. Czynnik niskowrzący

wykorzystany do napędu mikroturbiny krąży w układzie zamkniętym, po skropleniu przepływa przez pompę, a następnie jest ponownie podgrzewany.

Cechą charakterystyczną mikroturbin jest ich duża trwałość i niezawodność, co wynika z ich dość prostej konstrukcji, gdyż posiadają tylko jeden element wirujący w postaci zespołu wału z tarczami wirnikowymi i tuleją generatora. Typowe dla tego typu maszyn przepływowych są również wysokie prędkości obrotowe, dzięki czemu przy małych wymiarach gabarytowych mikroturbiny umożliwiają uzyskiwanie wysokich mocy.

Mikroturbina promieniowa czterostopniowa



Przekrój oraz wykonana tarcza wirnikowa mikroturbiny promieniowej czterostopniowej

Opracowana mikroturbina czterostopniowa posiada dwa stopnie dośrodkowe i dwa odśrodkowe. Wał jest łożyskowany przy pomocy dwóch poprzeczno-wzdłużnych łożysk gazowych, w których jako czynnik

smarny zastosowano czynnik niskowrzący. Przy nominalnej prędkości obrotowej wynoszącej ok. 24 000 obr/min mikroturbina pozwala na uzyskanie ok. 2 kW energii elektrycznej.



Wygląd zewnętrzny mikroturbiny promieniowej czterostopniowej na stanowisku badawczym

Mikroturbina promieniowa jednostopniowa



Mikroturbina promieniowa jednostopniowa zamontowana na stanowisku badawczym

Opracowana mikroturbina jednostopniowa charakteryzuje się stopniem odśrodkowym, w którym prędkość przepływu przekracza ponad dwukrotnie prędkość dźwięku.

Została ona zbudowana na bazie doświadczeń nabytych przy realizacji mikroturbiny czterostopniowej. Wykorzystano w niej sprawdzone wcześniej łożyska gazowe poprzeczno-wzdłużne, smarowane czynnikiem niskowrzącym.

Nominalna prędkość obrotowa tej mikroturbiny wynosi ok. 30 000 obr/min, co pozwala na wygenerowanie ok. 2,5 kW energii elektrycznej.

Przeznaczenie i podstawowe zalety

Opracowane mikroturbiny parowe zostały przebadane w laboratorium IMP PAN, w warunkach odpowiadających ich pracy w układzie ORC mikrośirowni kogeneracyjnej, z wykorzystaniem autorskiego układu kontrolno-sterującego. Przeprowadzone badania wykazały, że prototypowe rozwiązania mikroturbin posiadają wiele zalet. Dzięki zastosowaniu wysokoobrotowych wirników udało się opracować maszyny o kompaktowej konstrukcji i małych wymiarach. W przeciwieństwie do innych urządzeń umożliwiających konwersję energii cieplnej na elektryczną, mikroturbiny parowe charakteryzują się dużą trwałością i niezawodnością, gdyż nie posiadają zużywających się części

wymagających okresowej wymiany lub naprawy. Ponieważ do zasilania układu przepływowego i łożysk wykorzystywany jest ten sam czynnik niskowrzący, wyeliminowano niebezpieczeństwo mieszania się czynnika roboczego np. z olejem. Wyniki przeprowadzonych badań potwierdziły również bardzo niski poziom drgań oraz cichobieżność opracowanych konstrukcji. Wymienione zalety mikroturbin sprawiają, że z powodzeniem mogą być one stosowane w domowych mikrośirowniach kogeneracyjnych ORC, jak również innych instalacjach wymagających małego i niezawodnego urządzenia umożliwiającego wytwarzanie energii elektrycznej.