Termodynamiczny kolektor wydechowy, zwłaszcza do tłokowych silników lotniczych

Przedmiotem wynalazku jest termodynamiczny kolektor wydechowy, zwłaszcza do tłokowych silników lotniczych wyposażonych w termogeneratory energii elektrycznej.

Znane są sposoby wykorzystania energii gazów wylotowych w silnikach spalinowych. Jednym z nich jest wykorzystanie ciepła odpadowego zawartego w spalinach wylotowych do generatora energii elektrycznej poprzez zastosowanie ogniw termoelektrycznych TEG wykorzystujących zjawisko Seebecka, polegające na powstawaniu siły elektromotorycznej w spoinie dwóch metali lub półprzewodników, umieszczonych w dwóch różnych temperaturach. Kluczowym aspektem wpływającym na efektywność działania generatora jest uzyskanie stabilnych warunków termicznych na powierzchniach ogniw termoelektrycznych poprzez zapewnienie równomiernego bilansu energetycznego. Stosowanie szeregu ogniw w postaci modułów termoelektrycznych usytułowanych wzdłuż kanału wylotowego zapewnia kompaktowe gabaryty geometryczne, lecz wywołuje gradient temperatur gazów w tym obszarze kolektora. Nierównomierny rozkład pola temperatur na powierzchniach TEG ogranicza efektywność pozyskiwania energii z gazów spalinowych. Znane są również sposoby zwiększenia sprawności ogniw termoelektrycznych poprzez ukształtowanie geometrii kolektora wydechowego.

Ze zgłoszenia patentowego nr CN106988885A znany jest zespół składający się z silnika z turbiną gazową i systemu termoelektrycznego wytwarzania energii elektrycznej. W rozwiązaniu tym zespół silnika z turbiną gazową zawiera komorę spalania do zapłonu mieszanki paliwowo-powietrznej, która generuje przepływ strumienia gazów. Silnik turbiny posiada również osłonę sekcji gorącej do kierowania strumienia rdzenia przez zespół silnika. Osłona sekcji gorącej składa się z powierzchni wewnętrznej i powierzchni zewnętrznej. Zespół silnika z turbiną gazową wyposażony jest w moduły generatorów termoelektrycznych TEG, które

są termicznie przymocowane do zewnętrznej powierzchni osłony sekcji gorącej. Zespoły TEG generują prąd elektryczny w oparciu o różnicę temperatur w każdym z wielu ogniw TEG. Urządzenia TEG mogą zawierać różne ogniwa TEG wykonane z różnych materiałów, które są stosowane w różnych strefach ciepła wzdłuż osłony sekcji gorącej między komorą spalania, a końcówką wydechową silnika. Ukształtowanie kolektora wylotowego oraz kierownic gazów turbiny zapewnia prawidłową pracę silnika oraz efektywną pracę modułów TEG i wysoki uzysk energii elektrycznej z gorących gazów spalin.

Z opisu patentowego nr RU2606300C1 znany jest kolektor dedykowany zwłaszcza do samochodowych silników spalinowych. Generator termoelektryczny umieszczony jest w układzie odprowadzania spalin silnika i składa się z gorącego wymiennika ciepła i modułów termoelektrycznych zainstalowanych na gorącym wymienniku ciepła. Wymiennik ciepła ma podłużny kształt regularnego wielokąta z podłużnym użebrowaniem o zmiennej długości profilu. Nad modułami termoelektrycznymi zamocowane są zimne wymienniki ciepła z przepływem płynu przeciwnie do kierunku przepływu spalin.

Z opisu patentowego nr CN102245871B znane jest urządzenie do wytwarzania energii elektrycznej z gazów spalinowych silnika spalinowego, które zawiera generator mający wlot gazów spalinowych i wylot gazów spalinowych oraz część wymiany ciepła pomiędzy nimi. Część wymiany ciepła ma wiele przepływów a ścieżka przepływu jest co najmniej częściowo otoczona elementem termoelektrycznym, który jest połączony z urządzeniem chłodzącym w sposób przewodzący ciepło po stronie przeciwnej od ścieżki przepływu spalin. Wzdłuż co najmniej jednego strumienia zapewnione są różne rodzaje energii cieplnej lub co najmniej jedna ścieżka przepływu ma co najmniej jeden element do manipulowania przepływem. Wlot gazów spalinowych i wylot gazów spalinowych mogą być specjalnie zaprojektowane jako część układu wydechowego rury wydechowej. Jednakże można również zastosować wiele wlotów gazów spalinowych i/lub wiele wylotów gazów spalinowych. Część wymiany ciepła stanowi rdzeń generatora. Dotyczy to w szczególności części drogi przepływu spalin przechodzącej przez

generator, w której to części spaliny oddają energię cieplną do zespołu wymiany ciepła. Gazy spalinowe mogą przepływać przez wiele takich części wymiany ciepła na swojej drodze przez generator, ale korzystna jest modyfikacja, w której gazy spalinowe przepływają tylko przez jedną ciągłą część wymiennika ciepła z modułu TEG. Aby zapewnić jak największą powierzchnię styku do wymiany ciepła, strumień gazów spalinowych jest dzielony na wiele ścieżek przepływu, w szczególności na wiele małych rur. Wiele ścieżek przepływu może być utworzonych przez kierunkowe i/lub bezkierunkowe kanały dla spalin, na przykład gazy spalinowe są rozdzielane w sekcji wymiany ciepła w sposób regularny i/lub nieregularny.

Ze zgłoszenia patentowego nr US2011120106A1 znane jest urządzenie do wytwarzania energii elektrycznej ze spalin silnika spalinowego, które zawiera generator z przyłączem wlotu spalin, przyłączem wylotu spalin oraz co najmniej jedną sekcję wymiany ciepła pomiędzy nimi. Pomiędzy przyłączem wlotu gazów spalinowych a sekcją wymiany ciepła zapewnione jest co najmniej jedno przekierowanie przepływu i/lub podział przepływu. Sekcja wymiany ciepła ma wiele dróg przepływu prostopadłych do złącza wlotu gazów spalinowych, które mają być przypisane do wielu jednostek wymiany ciepła. Część zespołu wymiany ciepła ma co najmniej jeden element termoelektryczny i urządzenie chłodzące. Co najmniej jeden element termoelektryczny jest trwale połączony z urządzeniem chłodzącym.

Ze zgłoszenia patentowego nr JP2002345271A znany jest wynalazek w postaci porowatego elementu celem zwiększenia wydajności konwersji termoelektrycznej. Kolektor zawiera strukturę porowatą wykonaną przez ułożenie dużej liczby arkuszy folii metalowej w celu zwiększenia absorpcji ciepła gazów promieniowania powierzchni folii metalowej i zmniejszenie rozkładu temperatury w kierunku prostopadłym do kierunku przepływu gazu. Na powierzchniach arkuszy folii metalowej tworzy się warstwę odporną termiczną, o wysokim współczynniku absorpcji ciepła promieniowania. Swobodna droga promieniowania jako ciało porowate ma zmniejszoną wielkość w kierunku przepływu gazu i zwiększoną

wielkość w kierunku prostopadłym do kierunku przepływu gazu. Dokładniej, wysokość pofałdowań utworzonych w folii metalowej zwiększa się w kierunku przepływu gazu i zmniejsza w kierunku prostopadłym do kierunku przepływu gazu. Cykl pofałdowań uformowanych w folii metalowej może być zmniejszony w kierunku przepływu gazu i zwiększony w kierunku prostopadłym do kierunku przepływu gazu. Ponadto na powierzchniach folii metalowej mogą być utworzone występy długie w kierunku prostopadłym do kierunku przepływu gazu.

Celem wynalazku jest opracowanie konstrukcji kolektora wydechowego umożliwiającej równomierny rozkład pól temperatur na powierzchni ogniw modułów termoelektrycznych.

Istotą termodynamicznego kolektora wydechowego, zwłaszcza do tłokowych silników lotniczych posiadającego wlot gazów spalinowych i wylot gazów spalinowych, pomiędzy którymi znajduje się wewnętrza część profilowana, przy czym do powierzchni zewnętrznych kolektora wydechowego zamocowane są termogeneratory energii elektrycznej, według wynalazku, jest to, że w centralnej części wewnętrznej części profilowanej kolektora wydechowego znajduje się jednostronnie otwarty obrotowy cylinder. W obrotowym cylindrze znajduje się co najmniej 6 otworów. Obrotowy cylinder zamocowany jest na wale, a wał łożyskowany jest w zespole łożysk, który osadzony jest w podporze. Podpora zamocowana jest w wewnętrznej części profilowanej kolektora wydechowego od strony wylotu gazów spalinowych.

Korzystnie jest, gdy otwory w obrotowym cylindrze mają kształt okrągły albo eliptyczny albo fasolkowy.

Opcjonalnie otwory rozmieszczone są po obwodzie obrotowego cylindra w regularnych odległościach albo nieregularnych odległościach albo w nieregularnych i regularnych odległościach.

Korzystnym skutkiem wynalazku jest to, że poprzez zastosowanie w termodynamicznym kolektorze wydechowym wewnętrznego obrotowego cylindra uzyskano możliwość kształtowania kierunku strumienia przepływu gazów w kolektorze, a co za tym idzie uzyskano równomierny rozkład pól temperatur na

powierzchni ogniw modułów termoelektrycznych. Przekłada się to na efektywniejsze uzyskiwanie energii elektrycznej TEG z odpadowego ciepła gazów spalinowych w większym zakresie pola pracy tłokowego silnika lotniczego.

Wynalazek został przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 – przedstawia widok izometryczny z przekrojem podłużnym termodynamicznego kolektora wydechowego w pierwszym przykładzie wykonania obrotowego cylindra, fig. 2 – przekrój poprzeczny termodynamicznego kolektora wydechowego, fig. 3 – przedstawia widok izometryczny z przekrojem podłużnym termodynamicznego kolektora wydechowego w drugim przykładzie wykonania obrotowego cylindra, a fig. 4 – przedstawia widok izometryczny z przekrojem podłużnym termodynamicznego kolektora wydechowego w trzecim przykładzie wykonania obrotowego cylindra.

Termodynamiczny kolektor wydechowy, zwłaszcza do tłokowych silników lotniczych w pierwszym przykładzie wykonania przedstawiony na fig. 1 i fig. 2 rysunku składa się z sześciokątnej wewnętrznej części profilowanej 1, która znajduje się pomiędzy wlotem gazów spalinowych 7, a wylotem gazów spalinowych 6. Do powierzchni zewnętrznych kolektora wydechowego zamocowanych jest sześć termogeneratorów energii elektrycznej 8 po jednym na każdej ściance kolektora wydechowego. W wewnętrznej części profilowanej 1 kolektora wydechowego od strony wylotu gazów spalinowych 6 zamocowana jest podpora 5. W podporze 5 osadzony jest zespół łożysk 4. W zespole łożysk 4 łożyskowany jest wał 3. Na wale 3 zamocowany jest w centralnej części wewnętrznej części profilowanej 1 kolektora wydechowego obrotowy cylinder 2. Obrotowy cylinder 2 jest otwarty od strony wlotu gazów spalinowych 7 i ma na swoim obwodzie rozmieszczone w regularnych odległościach 100 otworów o kształcie okrągłym.

Termodynamiczny kolektor wydechowy, zwłaszcza do tłokowych silników lotniczych w drugim przykładzie wykonania przedstawiony na fig. 3 rysunku składa się z osimiokątnej wewnętrznej części profilowanej 1, która znajduje się pomiędzy wlotem gazów spalinowych 7, a wylotem gazów spalinowych 6. Do

powierzchni zewnętrznych kolektora wydechowego zamocowanych jest osiem termogeneratorów energii elektrycznej 8 po jednym na każdej ściance kolektora wydechowego. W wewnętrznej części profilowanej 1 kolektora wydechowego od strony wylotu gazów spalinowych 6 zamocowana jest podpora 5. W podporze 5 osadzony jest zespół łożysk 4. W zespole łożysk 4 łożyskowany jest wał 3. Na wale 3 zamocowany jest w centralnej części wewnętrznej części profilowanej 1 kolektora wydechowego obrotowy cylinder 2. Obrotowy cylinder 2 jest otwarty od strony wlotu gazów spalinowych 7 i ma na swoim obwodzie rozmieszczone w nieregularnych odległościach 22 otwory o kształcie eliptycznym.

Termodynamiczny kolektor wydechowy, zwłaszcza do tłokowych silników lotniczych w trzecim przykładzie wykonania przedstawiony na fig. 3 rysunku składa się z sześciokątnej wewnętrznej części profilowanej 1, która znajduje się pomiędzy wlotem gazów spalinowych 7, a wylotem gazów spalinowych 6. Do powierzchni zewnętrznych kolektora wydechowego zamocowanych jest sześć termogeneratorów energii elektrycznej 8 po jednym na każdej ściance kolektora wydechowego. W wewnętrznej części profilowanej 1 kolektora wydechowego od strony wylotu gazów spalinowych 6 zamocowana jest podpora 5. W podporze 5 osadzony jest zespół łożysk 4. W zespole łożysk 4 łożyskowany jest wał 3. Na wale 3 zamocowany jest w centralnej części wewnętrznej części profilowanej 1 kolektora wydechowego obrotowy cylinder 2. Obrotowy cylinder 2 jest otwarty od strony wlotu gazów spalinowych 7 i ma na swoim obwodzie rozmieszczone w regularnych i nieregularnych odległościach 40 otworów o kształcie fasolkowym.

Działanie termodynamicznego kolektora wydechowego, zwłaszcza do tłokowych silników lotniczych polega na tym, że gorące gazy wydechowe z tłokowego silnika lotniczego przez wlot gazów spalinowych 7 trafiają do wewnętrznej części profilowanej 1 kolektora wydechowego. Przepływające cząsteczki gazu zderzają się z powierzchnią obrotowego cylindra 2 i jednocześnie wprawiają w ruch obrotowy cylinder 2. Przez otwory w obrotowym cylindrze 2 cząsteczki gazu kierowane są w stronę ścianek kolektora w strefę kontaktową z termogeneratorami energii elektrycznej 8. Wirujący obrotowy cylinder 2

zapewnia równomierne obwodowe ogrzanie powierzchni ścianek kolektora na całej długości działania obrotowego cylindra, dzięki czemu uzyskuje się równomierny rozkład temperatury na całej powierzchni termogeneratorów energii elektrycznej 8.

POLITECHNIKA LUBELSKA
Zespół rzeczników patentowych
ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin
tel. 81 538 46 29

RZECZNIK PATENTOWY
mgr Paulina Pater
Nr ew. 3571

Wykaz oznaczeń

1 – wewnętrzna część profilowana kolektora wydechowego

2 – obrotowy cylinder

3 – wał

4 – zespół łożysk

5 – podpora

6 – wylot gazów spalinowych

7 – wlot gazów spalinowych

8 – termogeneratory energii elektrycznej