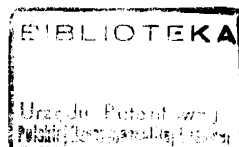


2

Warszawa, 25 kwietnia 1935 r.

URZĄD PATENTOWY



RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 21241.

Kl. 46 f, 3/04

Aktiebolaget Milo
(Stockholm, Szwecja).

Zespół turbin spalinowych.

Zgłoszono 21 marca 1931 r.

Udzielono 21 marca 1935 r.

Pierwszeństwo: 24 marca 1930 r. (Niemcy).

Oddawna już usiłowano rozwiązać zagadnienie budowy turbin spalinowych, w którychby można było bezpośrednio wykorzystać energję cieplną gazów spalinowych i w ten sposób uniknąć konieczności stosowania oddzielnego kotła parowego i skraplacza, niezbędnych przy turbinach i maszynach parowych. Zagadnienie to zostało szczegółowo zbadane teoretycznie, przy czem badania szły przedewszystkiem w dwóch kierunkach. Po pierwsze próbowano przeprowadzać przebieg kołowy, podobnie jak w niskoprężnym silniku spalinowym, t. j. sprężać mieszanke paliwową do pewnego ciśnienia i wówczas przy stałej objętości doprowadzać do niej ciepło, zwiększając w ten sposób i ciśnienie i temperaturę, a

wytworzoną w ten sposób energję próbowano wykorzystać w turbinie, zamiast w tłokowym silniku spalinowym.

W turbinach gazowych drugiego rodzaju próbowano zastosować zasadę stałego ciśnienia, która odpowiada do pewnego stopnia procesowi, jaki zachodzi w wysoko-
prężnych silnikach spalinowych systemu Diesel'a, a mianowicie sprężano powietrze do pewnego ciśnienia, a następnie doprowadzano do niego płynne paliwo, które spalało się przy stałym ciśnieniu, energja zaś spalin była wyzyskiwana w turbinie spalinowej.

Możność otrzymania większej mocy w maszynach względnie lekkich i tanich jest główną korzyścią, osiągniętą przez zamiannę silnika tłokowego na turbinę. Poza tem

do napędu prądnic nadają się również znacznie lepiej szybkoobrotowe turbiny, niż tłokowe silniki spalinowe, których liczba obrotów przy silnikach o wielkiej mocy nie może przekraczać kilkuset na minutę. Tłokowe silniki spalinowe wymagają droższych prądnic, przez co również zwiększają się koszty zakładowe urządzeń siłowni.

Turbiny spalinowe, jak wykazały doświadczenia, osiągają termiczny współczynnik sprawności w przybliżeniu około 13%. Doświadczenia z innym typem turbin gazowych, a mianowicie z turbinami o stałym ciśnieniu, dały jeszcze gorsze wyniki, a osiągnięty w tych turbinach termiczny współczynnik sprawności wynosi zaledwie 3%.

Wynalazek niniejszy dotyczy również turbin spalinowych tego rodzaju i ma na celu stworzenie zespołu turbogazowego o wysokim termicznym współczynniku sprawności. Istotą wynalazku stanowi mianowicie połączenie jednej lub kilku sprężarek do wytwarzania sprężonego powietrza albo gazu lub obu tych czynników z przyrządem do doprowadzania ciepła do sprężonego czynnika oraz z turbiną o sprawności termodynamicznej co najmniej 80%, a najwłaściwiej 85—90%, do której doprowadza się sprężony i ogrzany czynnik.

Badania teoretyczne wykazały, że temperatura czynnika napędowego wywiera znaczny wpływ na wielkość termicznego współczynnika sprawności turbiny. Z tego powodu starano się przerobić w turbinie cały spadek ciepła lub część tego spadku w jednym stopniu rozprężania, aby w ten sposób otrzymać we właściwym stopniu ciśnienia turbiny temperaturę niższą, niż początkowa. Nie uwzględniono jednak przytem, że natężenia w wirnikach i łopatkach turbin z jednym wieńcem łopatek są bardzo wysokie z powodu pracy tych części turbin przy wielkich szybkościach obrotowych.

Wynalazek dotyczy układu zespołu turbin spalinowych, zawierającego jeden lub kilka stopni rozprężania typu reakcyjnego,

posiadających przynajmniej 4 wieńce łopatkowe i wysoki termiczny współczynnik sprawności.

Na rysunku przedstawiony jest przykład wykonania wynalazku.

Fig. 1 przedstawia przekrój podłużny z częściowym widokiem przez jeden przykład wykonania zespołu turbogazowego, fig. 2 — układ zespołu, zawierający większą liczbę turbin spalinowych.

Przedstawiona na fig. 1 promieniowa turbina 1 jest turbiną jednobiezną i składa się, jak zwykle, z obracającego się wirnika, między którego wieńce łopatkowe wsunięte są nieruchome wieńce z łopatkami, poprzez które przepływa w kierunku promieniowym czynnik napędowy.

Czynnik napędowy dopływa do komory 9, skąd przepływa w kierunku promieniowym przez układ łopatek do wylotu 5, znajdującego się z zewnątrz turbiny, a następnie zostaje skierowany do następnej turbiny. Na jednym wale z turbiną 1 umieszczony jest wirnik sprężarki 2, która spręża powietrze do wysokiego ciśnienia w ilości, potrzebnej do napędu całego zespołu. Ze sprężarki 2 doprowadzane jest sprężone powietrze przewodem 6 do podgrzewacza 7. Do podgrzewacza 7 powietrze doprowadzane jest przez przewód 8 paliwo, które, spalając się, ogrzewa w podgrzewaczu 7 powietrze do właściwej temperatury. Przewód 11 łączy podgrzewacz 7 z centralną komorą 9 turbiny 1.

Pewna część energii cieplnej czynnika napędowego, który dopływa przewodem 11 do komory 9, zostaje zużyta w turbinie 1, a następnie czynnik napędowy wypływa przewodem wylotowym 5 turbiny 1 do turbiny 12, w której oddaje znowu pewną część swej energii cieplnej.

Turbina 12 jest również promieniową turbiną reakcyjną. Tak samo, jak w znanych przeciwbieżnych turbinach promieniowych, opisywana turbina 12 posiada dwa wirniki, obracające się w przeciwnych kierunkach, z których każdy jest osadzony na oddzielnym

wale. Na wale jednego z wirników osadzona jest sprężarka 3, a na wale drugiego wirnika — sprężarka 4. Sprężarka 3 jest zbudowana według zwykłych zasad wielostopniowej sprężarki odśrodkowej, przyczem powietrze, które ma być sprężone, doprowadzane jest do tej sprężarki przewodem wlotowym 15 i przepływa przez nią w kierunku promieniowym. Sprężarka 3 jest niskoprężna i łączy się w szereg ze średnioprężną sprężarką 4 zapomocą przewodu 16. Sprężarka 4 jest wykonana podobnie, jak i sprężarka 3, przyczem jest jednak obliczona na wyższe ciśnienie i mniejszą ilość powietrza. Sprężarka 4 jest połączona również w szereg z wysokoprężną sprężarką 2 zapomocą przewodu 17. Również i sprężarka 2 może być zbudowana podobnie, jak i obie wyżej opisane, różni się jednak tylko swymi wymiarami.

Wszystkie sprężarki mogą być zaopatrzone w urządzenia do ochładzania sprężonego powietrza, jak to zaznaczono schematycznie na rysunku w postaci przewodu 20, prowadzącego do wnętrza sprężarki 3, do której wtryskiwana jest woda przewodem 20.

Czynnik napędowy przepływa przez łopatkę turbiny spalinowej 12, oddając jej pewną część zawartej w nim jeszcze energii, a następnie odpływa przewodem 10 do turbiny 14, wykonanej tak samo lub podobnie, jak turbina 12.

Turbina spalinowa 14 pracuje jako turbina niskoprężna, wskutek czego posiada wymiary dostosowane do większej objętości spalin, dwukrotnie rozprężonych już w turbinach 1 i 12. Turbina 14 jest również przeciwnieprężną, turbiną reakcyjną i napędza osadzoną z nią na jednym wale prądnice 18 i 19.

Cały zespół turbogazowy składa się zasadniczo z dwóch części, a mianowicie: turbina 1 i 12 z poruszaniem przez nie sprężarkami 2, 3 i 4, które tworzą układ sprężarkowy, oraz turbiny 14 z prądnicami 18 i 19,

które tworzą układ, wykonujący pracę użyteczną.

Ponieważ te części zespołu są od siebie mechanicznie niezależne, więc każda z nich osobno może być poddana regulacji w razie zmiany obciążenia. Mianowicie zespół sprężarkowy powinien wytwarzać w przybliżeniu taką ilość czynnika napędowego o określonym ciśnieniu, jaka odpowiada wytwarzanej mocy użytecznej drugiej części zespołu.

Przedstawiony na fig. 2 zespół turbogazowy zawiera również trzy połączone w szereg sprężarki 3, 4 i 2. Powietrze, które ma być sprężone, dopływa do niskoprężnej sprężarki 3 przez przewód wlotowy 15, następnie przewodem 16 wstępnie sprężone powietrze przepływa do średnioprężnej sprężarki 4, z której przewodem 17 odpływa do wysokoprężnej sprężarki 2. Ostatecznie sprężone powietrze ze sprężarki 2 przepływa rurą wylotową 6 do regeneratora 21, gdzie zostaje dodatkowo ogrzane.

Przewodem 22 powietrze płynie do podgrzewacza 7, gdzie przez wewnętrzne spalanie paliwa nagrzewa się do pożądanej temperatury. W dalszym ciągu mieszaninę gazową, doprowadza się przewodem 11 do turbiny reakcyjnej 1, w której podlega częściowemu rozprężeniu i spadkowi temperatury. Na jednym wale z turbiną 1 osadzona jest pędzona przez nią wysokoprężna sprężarka 2. Spaliny z turbiny 1 doprowadzane są przewodem 5 do turbiny 23, przyczem na drodze przepływu zostają ponownie podgrzane w drugim podgrzewaczu 24. Podgrzewacze 7 i 24 posiadają jednakową budowę, a doprowadzane do nich paliwo spala się w nich, łącząc się z tlenem ogrzewanego powietrza. Spalanie paliwa w podgrzewaczu 7 odbywa się przy nadmiarze powietrza, aby pozostała w mieszaninie ilość tlenu wystarczająca do podtrzymywania przebiegu spalania paliwa nie tylko w podgrzewaczu 24, lecz również wystarczająca jeszcze i do następnych podgrzewań. Czynnikiem napędowym,

po przejściu przez wirnik 23, zostaje w dalszym ciągu doprowadzony do następnej turbiny 23^a. Na drodze przewodu 25, łączącego wylot turbiny 23 z wlotem turbiny 23^a, umieszczony jest dalszy podgrzewacz 26. Wirniki turbin 23 i 23^a osadzone są na jednym wspólnym wale, zapomocą którego poruszają prądnice 27. Turbiny 23^a i 29 połączone są w szereg przewodem 28, przy czym na drodze tego przewodu jest umieszczony następny podgrzewacz 30. Turbina 29 porusza średnioprężną sprężarkę 4, osadzoną z nią na jednym wale.

W dalszym ciągu z turbiny 29 czynnik napędowy przepływa przewodem 31, z umieszczonym na nim podgrzewaczem 33, do turbiny 32. Przewód wylotowy 34 turbiny 32 łączy się równocześnie zapomocą odgałęzień z otworami wlotowymi turbin 35 i 36. Obie te turbiny są niskoprężne i połączone są ze sobą równolegle względem kierunku przepływu czynnika napędowego. Czynnik napędowy doprowadza się do nich bez ponownego podgrzewania.

Niskoprężna turbina 36 osadzona jest na jednym wale z poruszaną przez nią niskoprężną sprężarką 3. Turbiny 32 i 35 osadzone są na wspólnym wale z poruszaną przez nie prądnicą 37.

Wyloty turbin 35 i 36 są połączone ze sobą jednym wspólnym przewodem 38, odprowadzającym gazy odlotowe poprzez regenerator 21.

Te gazy odlotowe oddają resztę zawartego w nich jeszcze ciepła sprężonemu powietrzu, płynącemu ze sprężarek przez ten regenerator. Regenerator 21 może posiadać dowolną konstrukcję typu rekuperatorów.

Opisany wyżej zespół turbogazowy składa się również z dwóch zasadniczych, niezależnych mechanicznie od siebie części, z których pierwsza stanowi układ sprężarkowy, a druga — układ, wytwarzający moc użyteczną.

W danym przypadku zespół składa się z większej liczby małych turbin, co umożli-

wia poddanie gazów spalinowych większej liczbie następujących po sobie nagrzewania, a w ten sposób i osiągnięcie lepszego wykorzystania zawartej w nich energii. Również i w tem wykonaniu zespołu obie jego części mogą wytwarzać różne moce i posiadać różne liczby obrotów, lecz regulacja pobieranej względnie wytwarzanej przez każdą z tych dwóch części mocy jest dostosowana do warunków pracy tych części.

W powyżej opisanym zespole wszystkie turbiny są typu reakcyjnego i wymagają czynników napędowych o znacznie niższych temperaturach, niż w poprzednio opisanych zespołach. W szczególności w promieniowych turbinach, t. j. takich, w których czynnik napędowy ma promieniowy kierunek przepływu, współczynnik sprawności turbin może osiągnąć żądaną wysokość.

Szczególnie korzystnie wypada układ, gdy do napędu stosuje się turbiny spalinowe, które posiadają charakterystyczną liczbę Parsonsa $\frac{\sum u^2}{h}$ większą od 2000, zmniejszającą się w granicach od 2800 do 4000, gdzie $\sum u^2$ oznacza sumę kwadratów prędkości, a h — całkowity spadek cieplika, przerobiony w zespole turbin.

Wyżej opisany układ zespołów turbogazowych składa się z dwóch niezależnych mechanicznie zespołów, przy czym jeden z zespołów przeznaczony jest wyłącznie do wytwarzania mocy użytecznej, a drugi wyłącznie do napędu sprężarek.

Oczywiście obie części zespołu mogą mieć odwrotne przeznaczenie, np. część, przeznaczona do napędu sprężarek, może służyć do wytwarzania mocy użytecznej, to jest może być połączona z prądnicami, a druga część zespołu służyć wówczas będzie do napędu sprężarek. Jednakże wyżej opisane wykonanie jest najkorzystniejsze, szczególnie w tych przypadkach, gdy zespoły pracują przy zmiennym obciążeniu. W zespołach turbogazowych, gdzie stała liczba obrotów części zespołu odpowiada zapo-

trzebowanej mocy, można zmieniać wydajność sprężarek, zmieniając liczbę obrotów turbin gazowych drugiej części zespołu.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Zespół turbin spalinowych, z których jedna napędza co najmniej jedną sprężarkę do sprężania czynnika napędowego, znamienny tem, że składa się z wielostopniowych promieniowych turbin reakcyjnych (9, 12, 14), przyczem do wysokoprężnej turbiny (9) doprowadzany jest ogrzany czynnik napędowy o temperaturze bezwzględnej, która waha się w granicach od 800°C do 1100°C.

2. Zespół według zastrz. 1, znamienny tem, że turbiny wykonane są w postaci przeciwbieżnych turbin promieniowych.

3. Zespół według zastrz. 1, znamienny tem, że składa się co najmniej z dwu turbin, które, licząc w kierunku przepływu czynni-

ka napędowego, są włączone w szereg, przyczem turbiny te pracują przy jednakowej w przybliżeniu temperaturze początkowej czynnika napędowego.

4. Zespół według zastrz. 1 i 2, znamienny tem, że zawiera co najmniej jedną jednoobrotową promieniową turbinę reakcyjną i co najmniej jedną dwuobrotową promieniową, również reakcyjną turbinę spalinową.

5. Zespół według zastrz. 1 — 4, znamienny tem, że poszczególne turbiny spalinowe tego zespołu posiadają charakterystyczną liczbę Parsonsa $\frac{\sum u^2}{h}$ większą od 2000.

Aktiebolaget Milo.
Zastępca: M. Skrzypkowski,
rzecznik patentowy.

