



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETA' INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

DOMANDA NUMERO	101990900131551
Data Deposito	17/07/1990
Data Pubblicazione	17/01/1992

Priorità	P3924829.1
Nazione Priorità	DE
Data Deposito Priorità	

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	04	D		

Titolo

ROTORE, IN PARTICOLARE PER COMPRESSORI E TURBINE DI PROPULSORI A TURBINA A GAS
--

DESCRIZIONE DELL'INVENZIONE INDUSTRIALE

a nome: MTU MOTOREN- UND TURBINEN-UNION MUENCHEN GMBH

di nazionalità: tedesca

con sede in: MONACO (Germania)

17 LUG. 1990 -----

2096 3A/90

Per esempio nei compressori assiali, è noto l'eseguire la palettatura delle giranti o dei distributori a modo di cosiddetta "schiera in tandem", ossia il prevedere in luogo di schiere di palette su singola fila con profilati pieni, schiere di due file con profilati singoli sulla stessa girante, in cui fra ogni due singoli profilati assialmente consecutivi sono lasciate sezioni trasversali di passaggio della corrente simili ad ali a fessura (vedere per esempio "Particolarità delle macchine fluidodinamiche assiali" a pagina 406 del manuale "Strömungsmaschinen", autore: Carl Pfleiderer; Hartwig Petermann, 5° edizione, 1986). Nell'ambito del concetto di schiere di palette di tale tipo si vuole fra l'altro, per esempio nei compressori, poter realizzare il necessario lavoro dello stadio con le minori perdite possibili e il più efficacemente possibile, con una lunghezza di ingombro che allo stesso tempo sia relativamente minore. Si intende, per esempio per le schiere di palette dei distributori o delle giranti dei compressori, limitare

la lunghezza di scorrimento dello strato limite dell'aria intorno al profilo a confronto del concetto del profilo pieno; inoltre, si intende fra l'altro, mediante una opportuna associazione dei bordi di entrata e dei bordi di uscita dei profili delle schiere di palette fra loro, accelerare lo strato limite dell'aria che corre pericolo di distacco sul lato convesso della palette (profilo pieno) mediante il cosiddetto "effetto di ala a fessura".

Anche da alcuni concetti già proposti per ali portanti (aereomobili) come pure anche per semplici distributori, per esempio per diffusori di compressori radiali, è desumibile il disporre a sovrapposizione, eventualmente variabile, i relativi tratti di profilo delle alette e della ali principali sul lato dei bordi di uscita e di entrata, a modo di ali a fessura, per estendere, per esempio nei compressori, il diagramma caratteristico dei consumi specifici per l'intero campo di funzionamento. I vantaggi delle effettive sovrapposizioni di profilo, almeno parzialmente locali, consistono fra l'altro nel poter utilizzare l'effetto dell'ala a fessura nel senso di una deviazione dei filetti fluidi ancor più esente da perdite, e di un rendimento aereodinamico ancor più elevato.

Ha offerto fino ad ora considerevoli difficoltà il realizzare una cosiddetta schiera di palette in tandem di un solo pezzo con il relativo disco -per esempio mediante lavorazione meccanica delle palette dal pieno-. Ma anche soltanto a causa dell'ingombro relativamente grande necessario per le macchine utensili (fresa a candela, fresa sferica) non è stato fino ad ora praticamente possibile realizzare giranti a schiere in tandem costruite di un solo pezzo, in particolare in vista delle dimensioni relativamente piccole o compatte dei relativi componenti della turbina. Ancora più complicata e costosa si configurerebbe la fabbricazione se il concetto, di per sé già proposto, dell'effetto "dell'ala a fessura" si volesse rendere utilizzabile con una effettiva sovrapposizione locale dei bordi dei profili, per esempio in una cosiddetta "schiera di palette in tandem".

E' scopo dell'invenzione indicare un rotore per turbina del tipo sopra citato, che con dimensioni relativamente piccole, sfruttando ottimalmente l'effetto dell'ala a fessura sia realizzabile con grande ~~efficienza~~ aereodinamica e in modo relativamente semplice. Lo scopo proposto è raggiunto secondo l'invenzione mediante gli accorgimenti contenuti nella

parte caratterizzate della rivendicazione 1.

Il notevole vantaggio consiste quindi nel fatto che la schiera di profilati multipli è fabbricabile partendo da singoli elementi di rotore e di disco allo stato di "elementi separati"; quindi, di volta in volta viene ottenuto un elemento di rotore di per sé completo, comprendente i profilati in questione; i singoli profilati possono per esempio venire lavorati con relativa comodità dal pieno e con la finezza di lavorazione superficiale adatta alle effettive esigenze (per esempio mediante rettifica); è quindi possibile un vantaggioso accesso su tutti i lati all'utensile e alla lavorazione; ciò è particolarmente vantaggioso in considerazione dell'intercapedine di accesso relativamente stretta tra i bordi delle estremità profilati contigui (effetto di ala a fessura). Ai fini di una opportuna divisione ed esecuzione del passo perimetrale e della profondità di contatto del collegamento a cava e chiavetta, fra l'altro in relazione allo sfasamento reciproco dei bordi estremi dei profilati, necessario per l'effetto dell'ala a fessura è importante per la necessaria geometria complessiva del profilo la facilità di assiematura e di montaggio dei singoli elementi del rotore e della girante. I singoli elementi possono

venire collegati inamovibilmente (saldatura) oppure amovibilmente (bulloni e flangia); quest'ultima soluzione avrebbe anche il particolare vantaggio di consentire lo scambio di unità di paletta rotorica danneggiate o difettose.

Vantaggiosi sviluppi dell'invenzione sono contenuti nelle rivendicazioni da 2 a 10.

L'invenzione è ulteriormente chiarita a titolo di esempio con riferimento ai disegni; sono mostrati:

In figura 1, un particolare, rappresentato e sezionato assialmente, di un compressore assiale di un propulsore a turbina a gas con schiera di profilati in tandem integrata nel rotore del compressore, composta da due singoli dischi assiemati amovibilmente, con parziale sovrapposizione, a modo di ala a fessura, nei bordi di entrata e di uscita di profilati contigui, e

in figura 2, una vista in pianta della schiera di palette in tandem secondo Z di figura 1.

L'esempio di realizzazione secondo le figure 1 e 2 chiarisce l'invenzione nell'ambito di una cosiddetta "schiera di palette in tandem", che è integrata come elemento costituente comune assiemato nella girante o nel rotore a tamburo del compressore assiale locale.

Secondo l'invenzione, il rotore è costituito da più corpi rotorici A, B, in questo caso 2, contenenti

ciascuno una fila di corpi profilati 1; 2, con anelli 5; 6, che su superfici frontali contigue 3, 4 (figura 2) presentano una profilatura superficiale, con la quale essi si impegnano l'uno nell'altro ad accoppiamento di forma realizzando una protezione nei riguardi della torsione circonferenziale. A montaggio finito del rotore, e quindi in stato di corrispettivo impegno di collegamento, i bordi contigui di uscita e di entrata dei corpi profilati 1, 2, di una schiera geometricamente fissa di palette rotoriche devono sovrapporsi -visti all'altezza delle palette- almeno parzialmente a modo di ali a fessura; ciò è indicato in figura 1 con la posizione S. Pertanto, quindi, i bordi relativi di entrata e di uscita, rispetto ad un piano trasversale verticale immaginario, sono rappresentati, ciascuno, sovrapposti a ricoprimento obliquamente verso l'interno sui rispettivi bordi frontali 3 e 4. La profilatura superficiale sul lato frontale negli anelli 5; 6 deve inoltre essere eseguita in modo da adattarsi, per quanto riguarda il passo perimetrale, ossia in particolare per quanto riguarda la divisione circonferenziale (denti, naselli, cunei o simili) e l'altezza di contatto alla geometria fissa, richiesta dalle condizioni di funzionamento, dei corpi profilati

1; 2 della schiera di palette, oltre che alla sovrapposizione S ad ala a fessura.

I corpi rotorici A; B, oltre ai corpi profilati 1; 2 possono essere parti costitutive di una schiera di palette combinate di una girante, percorse dai filetti fluidi assialmente o diagonalmente oppure radialmente.

Nella forma di realizzazione concreta dell'invenzione secondo le figure 1 e 2, i corpi rotorici A; B presentano gli anelli 5; 6 che sulle superfici frontali contigue 3, 4 sono profilati in accordo reciproco fra loro, e in questo caso, per esempio, a nasello. E' però anche possibile prevedere una profilatura dentata o a forma di cuneo oppure una combinazione mista di questi tipi di profilatura. Come visibile in particolare dalla figura 2, i bordi di uscita e di entrata delle due file di corpi profilati 1; 2 contigue sono ivi disposti, ciascuno, sui naselli rispettivamente 7 e 8, qui sporgenti assialmente, e relativi anelli rispettivamente 5 e 6.

In particolare dalla figura 2 si vede inoltre che i naselli 7; 8 in questione dei due anelli contigui 5; 6 sono di larghezze diverse, ma nell'ambito del collegamento ad impegnamento di forma reciproco sono disposti distribuiti, ciascuno,

uniformemente lungo il perimetro.

Inoltre, è chiaramente riconoscibile, in particolare dalla figura 2, che su uno degli anelli (5) è disposto un rispettivo corpo profilato 1 con il suo bordo di uscita su un nasello relativamente stretto 7; per contro, sull'altro anello 6 sono disposti uno o più corpi profilati 2, 2' con i loro bordi di entrata sui naselli relativamente larghi 8; in tal modo il numero dei corpi profilati 2, 2' dell'altro anello 6 può essere un multiplo intero del numero del primo anello 5, per cui, per esempio, come qui rappresentato, soltanto ogni secondo corpo profilato 2 dell'altro anello 6 è in collegamento con un corpo profilato 1 del primo anello 5 a modo di ala a fessura (S).

Come chiaramente risulta dalla figura 1, il collegamento dei profili superficiali sul lato frontale può essere eseguito su un digradamento unilaterale 9 di un elemento strutturale del primo anello 5, sul quale l'altro anello 6 è infilato, centrato, con un tratto di altezza e profondità di montaggio adatta.

Secondo la figura 1, i corpi rotorici A; B contenenti gli anelli 5; 6 sono parti costituenti di dischi 10; 11, in cui uno dei digradamenti 9 di uno

degli anelli 5 si raccorda ad una flangia di collegamento 12 angolata in direzione dell'asse della girante; su questa flangia di collegamento 12 ultima citata è fissato il disco 11 contenente l'altro anello 6.

Secondo la figura 1, il disco 11 può inoltre, con l'altro relativo disco 6, e precisamente sul lato non rivolto al collegamento tra le superfici dei profili, essere montato con un tratto corrispondente, parimenti, in un digradamento strutturale 13 di altezza e profondità di montaggio adatte; questo digradamento strutturale 13 viene formato da una parte 14 della parete del tamburo del rotore, questa parte della parete del tamburo raccordandosi parimenti ad una flangia di collegamento 15 angolata in direzione dell'asse della girante; entrambi i dischi 10; 11 sono inoltre, secondo figura 1, collegati fra loro amovibilmente mediante perni filettati 16 fatti passare attraverso la suddetta flangia nonché attraverso le flange 12 e 15.

Come meglio rappresentato nei disegni, i due corpi rotorici possono essere saldati fra loro in modo meccanicamente inamovibile nella regione delle sezioni esterne degli anelli. Inoltre, esiste la possibilità di saldare fra loro i dischi 10 e 11 sul

lato delle flange. Il punto 17 in figura 1 incorpora inoltre una saldatura con altre strutture esterne del tamburo del rotore del compressore assiale.

Una vantaggiosa forma di esecuzione del procedimento secondo l'invenzione è la seguente; in un primo tempo vengono fabbricati separatamente almeno due corpi di girante 10; 11 provvisti sulle superfici e loro anelli di corpi profilati 1; 2 disposti con la distribuzione circonferenziale voluta; a ciò fa seguito una lavorazione reciproca delle superfici rispettivamente posteriore e anteriore 3 e 4 degli anelli, nel senso di un collegamento a scanalatura e chiavetta fra le due giranti o i due dischi 10; 11, tale da garantire una protezione reciproca dalla torsione circonferenziale e un accoppiamento superficiale concentrico; l'avvenuta lavorazione superficiale è tale che quando successivamente gli anelli 5; 6 vengono spinti insieme assialmente unitamente ai dischi 10; 11, ogni due file contigue di corpi profilati 1; 2 si sovrappongano almeno parzialmente come ali a fessura (S - figura 1) ai loro rispettivi bordi di uscita e di entrata; successivamente, come già descritto in relazione alle figure 1 e 2, i dischi 10, 11 vengono collegati fra loro in modo meccanicamente amovibile oppure, in

alternativa, innamovibilmente mediante saldatura.

Dalle figure 1 e 2 si vede inoltre che il collegamento superficiale in questione, che in senso lato si può anche considerare del tipo a "cava e chiavetta", con opportune superfici frontali rispettivamente 3 e 4 profilate per esempio a nasello, in stato di montaggio, presenta un distanziamento reciproco relativamente piccolo, in particolare assiale. Ciò fa anche parte dell'invenzione, ed ha il vantaggio che le dilatazioni termiche differenziali sul lato degli anelli o anche le piccole tensioni provocate dalle forze centrifughe possono venire compensate senza alterare l'accoppiamento fisso, e adattato sul lato della palettatura, dei dischi con gli anelli. In quanto, secondo l'invenzione, l'impegno reciproco della profilatura superficiale eseguita sulle superfici frontali 3; 4 degli anelli 5; 6 è eseguito su una digradazione perimetrale 9, può contemporaneamente essere creato un accoppiamento di centratura coassiale riunendo telescopicamente gli anelli 5; 6. Vantaggiosamente, può così essere creata una combinazione inventiva e vantaggiosa di protezione contro le torsioni circonferenziali e di centratura sul punto di collegamento in questione.

Infine, in figura 1 il numero 17' identifica una carcassa esterna del compressore assiale, con ad essa fissate palette distributrici 18 e 19. Inoltre, i corpi profilati 1 e 2 o 2', già citati e trattati con riferimento alle figure 1 e 2, sono eseguiti senza nastro di copertura alle punte, per cui le estremità esterne libere delle palette in questione sono disposte distanziate con una intercapedine radiale minima rispetto ad un rivestimento 20 all'ingresso delle palette della carcassa 17' del compressore.

RIVENDICAZIONI

1) Rotore di turbina, in particolare per propulsori a turbina a gas, in cui le palette mobili di uno stadio sono eseguite come corpi profilati (1, 2) sovrappontentisi parzialmente nella direzione dei filetti fluidi, che sono disposti, ciascuno, come corona di corpi profilati sugli anelli (5; 6) di corpi rotorici (A; B) collegati fra loro, caratterizzato dal fatto che gli anelli (5; 6) presentano superfici profilate sul lato frontale con le quali essi si impegnano reciprocamente ad accoppiamento di forma con l'esecuzione di una protezione contro le torsioni circonferenziali.

2) Rotore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che la profilatura delle

Infine, in figura 1 il numero 17' identifica una carcassa esterna del compressore assiale, con ad essa fissate palette distributrici 18 e 19. Inoltre, i corpi profilati 1 e 2 o 2', già citati e trattati con riferimento alle figure 1 e 2, sono eseguiti senza nastro di copertura alle punte, per cui le estremità esterne libere delle palette in questione sono disposte distanziate con una intercapedine radiale minima rispetto ad un rivestimento 20 all'ingresso delle palette della carcassa 17' del compressore.

RIVENDICAZIONI

1) Rotore di turbina, in particolare per propulsori a turbina a gas, in cui le palette mobili di uno stadio sono eseguite come corpi profilati (1, 2) sovrappontentisi parzialmente nella direzione dei filetti fluidi, che sono disposti, ciascuno, come corona di corpi profilati sugli anelli (5; 6) di corpi rotorici (A; B) collegati fra loro, caratterizzato dal fatto che gli anelli (5; 6) presentano superfici profilate sul lato frontale con le quali essi si impegnano reciprocamente ad accoppiamento di forma con l'esecuzione di una protezione contro le torsioni circonferenziali.

2) Rotore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che la profilatura delle

superfici sul lato frontale è eseguita adattata, per quanto riguarda la divisione e il passo circonferenziale e l'altezza di contatto, alla associazione fissa reciproca, richiesta dal funzionamento, dei corpi profilati (1; 2).

3) Rotore secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che gli anelli (5; 6) su superfici frontali contigue (3, 4) sono profilati a forma di denti, naselli o cunei adattati reciprocamente.

4) Rotore secondo una delle rivendicazioni da 1 a 3, caratterizzato dal fatto che i bordi di uscita e i bordi di entrata di due file di corpi profilati contigui (1; 2) sono disposti, ciascuno, sui denti, naselli (7; 8) o cunei sporgenti assialmente dei relativi anelli (5; 6).

5) Rotore secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che i denti, naselli (7; 8) o cunei di due anelli contigui (5; 6) sono di larghezze diverse, ma sono disposti, ciascuno, distribuiti di per sé uniformemente lungo il perimetro.

6) Rotore secondo la rivendicazione 4 o 5, caratterizzato dal fatto che su un anello (5) è disposto esclusivamente un rispettivo corpo profilato (1) con il suo bordo di uscita su un dente, nasello

(7) o cuneo relativamente stretto, e che sull'altro anello (6) sono disposti almeno due rispettivi corpi profilati (2, 2') con i loro bordi di entrata su denti, naselli (8) o cunei relativamente larghi, in modo che il numero dei corpi profilati (2, 2') dell'altro anello (6) sia un multiplo intero del numero di quelli del primo anello (5) e per esempio soltanto ogni secondo corpo profilato (2) dell'altro anello (6) sia in collegamento con un corpo profilato (1) del primo anello (5) a modo di ala a fessura (S).

7) Rotore secondo una o più delle rivendicazioni da 1 a 6, caratterizzato dal fatto che la profilatura delle superfici sul lato frontale è eseguita su una digradazione strutturale unilaterale (9) di uno degli anelli (5), sulla quale l'altro anello (6) è infilato, centrato, con un tratto adattato per quanto riguarda l'altezza e la profondità di montaggio.

8) Rotore secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che i corpi rotorici (A; B) contenenti gli anelli (5; 6) sono parti costituenti di dischi (10; 11), in cui una delle digradazioni strutturali (9) di uno degli anelli (5) si raccorda ad una flangia di collegamento (12) angolata in direzione dell'asse del rotore, alla quale è fissato il disco (11) contenente l'altro anello (6).

9) Rotore secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che il disco (1) con l'altro anello (6) è montato con un tratto disposto su un lato non rivolto alla profilatura superficiale, parimenti, in una digradazione strutturale (13) adattata ad esso per quanto riguarda l'altezza e la profondità di montaggio, la quale è eseguita su una parte di parete (14) del tamburo, che a partire dalla digradazione si raccorda parimenti ad una flangia di collegamento (15) angolata in direzione dell'asse della girante, e in cui entrambi o almeno un primo ed un altro disco (10; 11) sono collegati amovibilmente tra loro mediante perni a vite (16) fatti passare attraverso questa flangia nonché attraverso le flange (12; 15).

10) Rotore secondo la rivendicazione 7 o 8, caratterizzato dal fatto che è prevista una saldatura del rotore sul lato del disco e/o sul lato della flangia.

IL MANDATARIO

(firma)

(per sé e per gli altri)



R/ri/0038E



