



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

UIBM

DOMANDA NUMERO	101982900001248
Data Deposito	21/12/1982
Data Pubblicazione	21/06/1984

Priorità	336.733
Nazione Priorità	US
Data Deposito Priorità	04-JAN-82

Titolo

COMPRESSORE CENTRIFUGO CON INIEZIONE DI LIQUIDO VAPORIZZABILE
--

DOCUMENTAZIONE RILEGATA



IL MANDATARIO
dr. Giuliano Michelotti
c/o CGE - Via Bergognone, 27 - Milano

(GE-2499)

DESCRIZIONE

dell'invenzione industriale dal titolo :

"COMPRESSORE CENTRIFUGO CON INIEZIONE DI LIQUIDO VAPORIZZABILE"

della società GENERAL ELECTRIC COMPANY, di nazionalità statunitense, elettivamente domiciliata presso il dr. Giuliano MICHELOTTI c/o CGE via Bergognone 27, Milano.

Depositata il : **21 DIC. 1982**

24876A/82

Inventore designato : Harold LOWN

RIASSUNTO

Un complesso per produrre compressione ad umido di gas che viene compresso in un compressore di gas di tipo centrifugo a stadi multipli avente una ventola o girante, un diffusore "a valle" della ventola e un canale di scavalco collegato all'estremo a valle del diffusore, contenente una pluralità di getti di liquido per iniettare un liquido vaporizzabile, come acqua, in una corrente di gas che subisce compressione. I getti di liquido sono posizionati simmetricamente attorno all'asse longitudinale dell'albero del compressore e sono adatti ad iniettare del liquido nel diffusore sostanzialmente a monte del canale di scavalco e, in una realizzazione preferita, hanno una distanza radiale da tale asse tra circa 1,05 e 1,1 volte il raggio massimo della ventola o girante del compressore. L'invenzione ottiene un netto aumento di vaporizzazione del liquido iniettato, fornendo migliori prestazioni del compressore e ridotta usura delle parti interne del medesimo compressore.

TESTO DELLA DESCRIZIONE

La presente invenzione riguarda in generale dei sistemi per aumentare il rendimento di compressori di gas di tipo centrifugo e, in particolare, un com-

plesso per iniettare un liquido vaporizzabile, come acqua, direttamente nella corrente di gas di un compressore centrifugo a stadi multipli.

Premesse tecniche

I compressori centrifughi per gas sono stati a lungo impiegati per parecchi scopi, comprese diverse applicazioni come motori a getto e pompe di calore. I precedenti sviluppi riguardanti compressori centrifughi per gas hanno mostrato che l'iniezione di un liquido vaporizzabile nella corrente di gas del compressore per ottenere una compressione ad umido, o compressione implicante vaporizzazione del liquido iniettato, opposta alla compressione a secco, è particolarmente vantaggiosa. Questo perchè la vaporizzazione di un liquido iniettato nel compressore riduce la temperatura di ingresso dello stadio di compressore "a monte" del punto di iniezione del liquido, risultando perciò in un significativo aumento di rapporto di compressione o rapporto della pressione di uscita del gas rispetto alla pressione di ingresso del gas, con poco o nessun aumento di potenza fornita al compressore. In aggiunta, la temperatura di funzionamento del compressore può essere efficacemente ridotta mediante un'iniezione diretta di acqua, eliminando perciò la necessità di costosi raffreddatori esterni.

Benchè i vantaggi ottenuti iniettando un liquido vaporizzabile direttamente nella corrente di gas di un compressore centrifugo siano ampiamente riconosciuti, i dispositivi e le tecniche note anteriormente per fornire un compressore ad umido hanno posto alcuni precisi inconvenienti. Un riferimento definente tale tecnica anteriore è il brevetto USA N° 2.786.626 di Redcay. Redcay descrive un procedimento per la compressione di gas in un compressore a stadi multipli nel quale un liquido vaporizzabile viene iniettato nell'ingresso del compressore e viene anche iniettato nel canale di scavalco di ciascuno dei primi

parecchi stadi del compressore. Il liquido iniettato nei canali di scavalco viene iniettato mediante dei getti di liquido, solo uno per stadio, orientati verso monte della corrente di gas del compressore.

Il compressore di Redcay soffre del fatto di ottenere un grado piuttosto limitato di vaporizzazione del liquido iniettato nella corrente di gas del compressore. Questo perchè il liquido viene iniettato in una regione a bassa velocità del compressore e quindi non si ottiene la suddivisione o atomizzazione del liquido in gocce molto piccole. Questo avviene particolarmente per il liquido iniettato nell'ingresso del compressore. Delle gocce molto piccole sono necessarie per ottenere un alto grado di vaporizzazione perchè la superficie di tale goccia è grande rispetto al volume della medesima goccia e la goccia può perciò assorbire facilmente calore e vaporizzare. La vaporizzazione limitata del liquido iniettato nel compressore di Redcay porta ad una limitata riduzione di potenza fornita a questo compressore. La vaporizzazione limitata porta anche al fatto che grandi gocce di liquido urtano sulle parti interne del compressore, come la girante, ponendo perciò un rischio definito di grave erosione e vaiolatura di queste parti dopo un periodo di funzionamento relativamente breve.

Se si desidera iniettare un liquido proveniente dai getti di Redcay nella corrente di gas del compressore ad una distanza adeguata per ottenere un grado ragionevole della sua atomizzazione, questo compressore avrebbe l'inconveniente di richiedere un apparato complesso per iniettare il liquido nella corrente di gas ad alta velocità. Tale alta velocità è necessaria, per il fatto che questi getti di liquido sono orientati contro la direzione di scorrimento della corrente di gas.

Scopi dell'invenzione

Perciò, uno scopo della presente invenzione è di realizzare un complesso da impiegare in un compressore di tipo centrifugo a stadi multipli per l'iniezione diretta di liquido vaporizzabile nella corrente di gas del compressore che porti ad un aumento di vaporizzazione del liquido iniettato.

Un altro scopo della presente invenzione è di realizzare un complesso da impiegare in un compressore di tipo centrifugo a stadi multipli per dirigere l'iniezione di un liquido vaporizzabile nella corrente di gas del compressore che porti ad una maggiore riduzione di potenza fornita al compressore.

Un altro scopo della presente invenzione è di realizzare un complesso da usare in un compressore di tipo centrifugo a stadi multipli per l'iniezione diretta di liquido vaporizzabile nella corrente di gas del compressore che porti a ridotta vaiolatura ed erosione delle parti interne del compressore.

Uno scopo addizionale della presente invenzione è di realizzare un complesso da impiegare in un compressore multistadio di tipo centrifugo per l'iniezione diretta di liquido vaporizzabile nella corrente di gas del compressore che non richieda un complesso apparato per iniettare il liquido ad alta velocità nella corrente di gas.

Altri scopi e pregi saranno evidenti da un esame della seguente descrizione e dei disegni.

Descrizione sommaria dell'invenzione

Secondo i sopradetti scopi, l'invenzione fornisce un compressore contenente una carcassa, un albero rotante imperniato entro la carcassa ed una pluralità di successivi stadi di compressore posizionati lungo l'asse longitudinale dell'albero rotante. Almeno uno degli stadi del compressore contiene una ven-



tola o girante a palette multiple rotante con l'albero rotante, un diffusore adatto a ricevere la corrente di gas proveniente dalla girante, un canale di scavalco adatto a ricevere la corrente di gas dal diffusore ed un sistema di iniezione di liquido per iniettare un liquido vaporizzabile nella corrente di gas. Il sistema di iniezione di liquido è adatto ad iniettare liquido entro il diffusore sostanzialmente a monte del canale di scavalco. Il liquido vaporizzabile viene frantumato o atomizzato forzatamente, producendo perciò delle gocce di liquido molto piccole che vaporizzano facilmente.

Breve descrizione dei disegni

L'invenzione, come sua organizzazione e metodo di funzionamento, assieme ad ulteriori suoi scopi e pregi, può essere meglio capita con riferimento alla seguente descrizione, presa in considerazione con gli allegati disegni, nei quali :

la FIGURA 1 è una vista semplificata, in sezione, di una porzione di un convenzionale compressore di tipo centrifugo a stadi multipli contenente la presente invenzione;

la FIGURA 2 è una vista dettagliata di una porzione di un primo stadio del compressore a stadi multipli mostrato in Figura 1;

la FIGURA 3 è un grafico illustrante la velocità di vaporizzazione delle gocce di liquido in funzione della distanza radiale dei getti di liquido del compressore mostrati in Figura 1;

la FIGURA 4 è una vista, presa lungo la linea 4-4 di Figura 1, parzialmente spaccata in corrispondenza della sua parte superiore, illustrante dei dettagli del terzo stadio del compressore di Figura 1.

Descrizione dettagliata dell'invenzione

La Figura 1 illustra un convenzionale compressore di tipo centrifugo a quattro stadi, indicato generalmente con 10, benchè la presente invenzione possa essere efficacemente impiegata in un compressore avente un numero di stadi maggiore o minore. Il compressore 10 è mostrato in forma semplificata con le parti fisse (per esempio la carcassa del compressore) tratteggiate in un senso e le parti rotanti tratteggiate nell'altro senso. Il gas che deve essere compresso entra nel compressore 10 attraverso un ingresso 11 e scorre in una corrente attraverso un passaggio 12 entro una prima ventola o girante 14 munita di palette multiple attaccata ad un albero rotante 15. Come si sa, l'alta velocità di rotazione della girante 14 dirige il gas proveniente dalla girante 14 in modo centrifugo entro un diffusore 17, che di preferenza è del tipo privo di pale e che viene descritto più completamente qui sotto. La corrente di gas che viene compressa passa attraverso un canale di scavalco 18 e quindi attraverso un canale di ritorno 19, che tipicamente è munito di pale di controllo direzionale, come 20, per dirigere la corrente di gas entro un'ulteriore girante 21 munita di palette multiple, rappresentante un secondo stadio del compressore a quattro stadi 10. In modo simile, vengono impiegate ancora ulteriori giranti 22 e 23 munite di palette multiple, rappresentanti rispettivamente un terzo ed un quarto stadio del compressore 10. Il secondo ed il terzo stadio del compressore 10 contengono e traggono beneficio dall'invenzione sostanzialmente nel medesimo modo del primo stadio. Perciò, una compressione del primo, del secondo o del terzo stadio produce una compressione degli stadi dal primo al terzo. Considerando ora solo il primo stadio del compressore contenente la girante 14, la presente invenzione fornisce una pluralità di getti di liquido 24, di

IL MANDATARIO
dr. Giuliano Michelotti
c/o CGE - Via Bergognone, 27 - Milano (GE-2499)

preferenza comprendente dei getti di acqua, che sono collegati ad una fonte di liquido attraverso i tubi di alimentazione 25, ciascuno dei quali, a sua volta, viene collegato, per esempio, ad un tubo 27 di distribuzione che, a sua volta, è collegato ad un sistema di rifornimento di liquido (non mostrato). Ciascuno della pluralità di getti di liquido 24 è adatto ad iniettare del liquido nel diffusore 17 sostanzialmente a monte del canale di scavalco 18. Il termine "sostanzialmente a monte", come qui usato, significa una distanza almeno pari a circa il 20% della differenza tra il raggio massimo del diffusore 17 (trattato qui sotto) ed il raggio massimo della girante 14.

Il significato di iniettare del liquido nel diffusore 17 sostanzialmente a monte del canale di scavalco 18 può essere meglio apprezzato considerando la Figura 2, che è una vista in dettaglio della porzione superiore del primo stadio del compressore a stadi multipli 10, come illustrato in Figura 1. Come si sa bene nella tecnica, un "diffusore" è sagomato in modo da avere la capacità di convertire pressione dinamica, o energia cinetica, in pressione statica. Come tale, la linea di divisione tra il diffusore 17 ed il canale di scavalco 18, rappresentante il raggio massimo del diffusore 17, è approssimativamente mostrata dalla linea tratteggiata 28. Il diffusore 17 è un diffusore radiale; cioè, lo spazio disponibile entro il diffusore 17 aumenta con l'aumento della distanza radiale dall'asse dell'albero rotante 15. Come indicato dalle frecce 29, una corrente di gas che subisce compressione nel compressore 10, è diretta da sinistra verso destra attraverso la palettatura 14' della girante 14, attraverso il diffusore 17, attraverso il canale di scavalco 18 ed attraverso le pale direzionali di controllo 20 del canale di ritorno 19. Poichè il diffusore 17 è un diffusore radiale e poichè la girante 14 emette la corrente,

di gas 29 entro il diffusore 17 con un'alta velocità di rotazione, la corrente di gas 29 segue effettivamente un percorso a spirale nel diffusore 17 e nel canale di ritorno 19, benchè questo non sia immediatamente evidente dalla Figura 2. considerata da sola. La corrente di gas 29 si muove alla sua massima velocità quando lascia la girante 14 e quindi rallenta rapidamente mentre procede radialmente nel diffusore 17 a causa della conservazione del momento della quantità di moto. Avendo i getti di liquido 24 radialmente distanziati nel diffusore 17 sostanzialmente a monte del canale di scavalco 18, cioè in una regione di velocità relativamente alta della corrente di gas 29, si ottengono dei vantaggi significativi.

Per esempio, le correnti di liquido iniettate dalla pluralità di getti 24 nella corrente di gas 29 vengono frantumate o atomizzate forzatamente in gocce estremamente piccole. Come notato sopra, più piccola è una goccia, più facilmente può assorbire calore e vaporizzare. Infatti, la velocità di vaporizzazione, in un buon grado di approssimazione, dipende direttamente dalla piccolezza di una goccia (cioè è l'inverso del diametro di una goccia). La piccolezza di una goccia, a sua volta, è legata alla velocità relativa tra una goccia e la corrente di gas 29, cioè, la piccolezza dipende dal quadrato esponenziale di tale velocità relativa.

Poichè la velocità relativa dipende principalmente dalla velocità della corrente di gas 29, dove la velocità del liquido iniettato è bassa a paragone, e la velocità della corrente di gas 29 varia secondo l'inverso della distanza radiale dei getti di liquido 24, la relazione tra la piccolezza di una goccia e, quindi, tra la sua velocità di vaporizzazione e la distanza radiale dei getti liquidi 24, può essere illustrata graficamente in Figura 3.



IL MANDATARIO
dr. Giuliano Michelotti
c/o CGE - Via Bergognone, 27 - Milano

(GE-2499)

Non solo l'invenzione fornisce una maggiore velocità di vaporizzazione, ma anche aumenta significativamente la durata della vaporizzazione, per cui viene ottenuta un'addizionale sicurezza di completa vaporizzazione. La maggiore durata di vaporizzazione è dovuta al lungo percorso a spirale che le gocce di liquido nella corrente di gas 29 (Figura 2) devono attraversare nella loro corsa dai loro punti di iniezione, in corrispondenza dei getti 24, verso il successivo stadio del compressore 10. Perciò, due fattori lavorano contemporaneamente per migliorare in modo deciso la vaporizzazione complessivo alla bassa distanza radiale dei getti di liquido secondo la presente invenzione : (1) atomizzando il liquido iniettato in gocce estremamente piccole, per cui si aumenta notevolmente la loro velocità di vaporizzazione (vedere Figura 3) e (2) aumentando in modo significativo la durata o "tempo di residenza" delle gocce nella corrente di gas 29 (Figura 2).

La vaporizzazione notevolmente superiore ottenuta dall'invenzione ha delle conseguenze importanti per le prestazioni e la durata del compressore 10. C'è un miglioramento significativo nella riduzione di potenza fornita al compressore 10 e la temperatura della corrente di gas 29 viene mantenuta desiderabilmente bassa. Le parti interne del compressore 10, come le giranti a palette multiple 21, 22 e 23 possono essere ora esposte ad un rischio praticamente nullo di vaiolatura ed erosione dovuta a gocce di liquido ad alta velocità non evaporate che urtano contro le medesime.

Un ulteriore pregio di avere i getti di liquido 24 radialmente distanziati nel diffusore 17 sostanzialmente a monte del canale di scavalco 18 è il maggiore guadagno di pressione ottenuto per lo stadio di compressore dovuto ad un cambiamento di quantità di moto associato con l'estrazione di calore, o

desurriscaldamento, delle gocce di liquido che si muovono ad alta velocità. Tale desurriscaldamento aumenta con l'aumento della velocità di vaporizzazione del liquido e con una maggiore velocità, entrambe le quali si trovano alla bassa distanza radiale dei getti di liquido 24. Il guadagno di pressione incrementale ottenibile si crede ammonti ad almeno il 2 o il 3% del guadagno di pressione dello stadio di compressore in assenza di desurriscaldamento.

Come scoperto nella presente invenzione, la distanza radiale della pluralità di getti di liquido 24 dovrebbe essere superiore a circa 1,05 volte il raggio massimo della girante 14, altrimenti capiterebbero delle instabilità nella corrente di gas 29 che viene emessa dalla girante 14.

Considerando ancora la Figura 2, viene illustrato un altro aspetto dell'invenzione. I getti di liquido 24 sono orientati normali o perpendicolari alla corrente di gas 29. Questo consente al liquido fornito ai getti 24 di essere iniettato nella corrente di gas 29 con una bassa velocità, per esempio, 15,24 m/sec. (50 piedi/sec.), perchè il liquido iniettato viene diretto trasversalmente attraverso la corrente di gas 29. Il liquido iniettato può perciò penetrare facilmente attraverso la corrente di gas 29 per fornire un grado ottimo di atomizzazione; tuttavia, il liquido iniettato non dovrebbe essere lasciato urtare contro la parete destra del diffusore 17 o altrimenti capiterebbe una sua cattiva atomizzazione. Poichè è necessaria solamente una bassa velocità di liquido per iniettarlo attraverso i getti di liquido 24, quando sono orientati normalmente rispetto alla corrente di gas 29, il sistema di rifornimento di liquido (non mestrato) per iniettare il liquido, può essere di semplice costruzione. Questo beneficio viene ancora realizzato con una tolleranza dell'orientazione dei getti 24 pari a circa 10° rispetto alla normale alla corrente

di gas 29.

Considerando ora la Figura 4, viene illustrato un ulteriore aspetto dell'invenzione. La Figura 4 è una vista presa lungo la linea 4-4 di Figura 1, è parzialmente spaccata per esporre i tubi di alimentazione 32 e la posizione dei getti di liquido 30 ed è semplificata dall'omissione delle pale del canale di ritorno 26. Tale ulteriore aspetto dell'invenzione è illustrato in Figura 4 rispetto al terzo stadio del compressore 10, che contiene la girante 22. Questo ulteriore aspetto inventivo implica il numero ed il posizionamento di una pluralità di getti di liquido 30 (corrispondente alla pluralità di getti 24 del primo stadio di compressore), che sono collegati ad un sistema di rifornimento di liquido (non mostrato) attraverso un tubo di distribuzione 31, mediante dei tubi di alimentazione 32. La pluralità di getti 30 ammonta di preferenza tra 6 e 12, dove 8 è il numero considerato nel modo migliore per realizzare l'invenzione. I getti 30 sono di preferenza disposti simmetricamente attorno all'asse longitudinale dell'albero 15. Il precedente numero ed il posizionamento della pluralità di getti 30 fa pieno uso della corrente disponibile di gas nel compressore 10 per vaporizzare le gocce di liquido.

Un numero di getti di liquido superiore o inferiore ai numeri preferiti di getti di liquido appena descritti può essere usato nell'invenzione. Un limite superiore al numero di getti di liquido viene imposto dai diametri ridotti dei loro fori, che sono esposti ad essere intasati da contaminanti nel liquido iniettato attraverso i medesimi. Un numero inferiore di getti rispetto al numero minore preferito (cioè 6) potrebbe portare ad un uso meno che completo della corrente disponibile di gas del compressore 10 per vaporizzare le gocce di liquido, benchè vengano ancora ottenuti dei benefici.

Nel modo migliore considerato per realizzare l'invenzione, il compressore 10 fa parte di una pompa di calore per procedimenti industriali, nella quale il liquido vaporizzabile iniettato nella corrente di gas del compressore è formato da acqua e si preferisce la distanza radiale dei getti di liquido 24 nella gamma tra circa 1,05 ed 1,1 volte il raggio massimo della girante 14, dove l'estremo superiore di questa gamma viene particolarmente preferito. Questa gamma è basata su un compressore avente un rapporto di compressione per stadio nella gamma da circa 1,4 a 1,6 ed avente una velocità periferica delle giranti per stadio nella gamma da circa 274 a 335 m/sec. (da 900 a 1100 piedi/sec.). Tuttavia, gli effetti benefici dell'invenzione vengono ottenuti in corrispondenza di distanze radiali dei getti di liquido 24 al di sopra della precedente gamma da 1,05 ad 1,1, alla condizione che lo stadio del compressore funzioni con velocità periferiche della girante considerevolmente superiori alle sopradette velocità periferiche.

Tale pompa di calore raggiunge un maggior coefficiente di prestazioni, non solo a causa della migliorata vaporizzazione dell'acqua iniettata nella pompa di calore, ma anche a causa del maggior flusso di massa di vapore nell'uscita della pompa di calore.

Benchè solo certe preferite caratteristiche dell'invenzione siano state mostrate come illustrazione, parecchie modifiche e cambiamenti capiteranno agli esperti nel ramo. Per esempio, il compressore 10 di tipo centrifugo potrebbe essere combinato con un compressore di tipo assiale. Perciò si deve capire che si intende proteggere quanto precede e tutte quelle modifiche e variazioni che cadono entro il vero spirito ed il campo dell'invenzione.



R I V E N D I C A Z I O N I

1. Compressore contenente una carcassa; un albero rotante imperniato entro detta carcassa ed una pluralità di successivi stadi di compressore posizionati lungo l'asse longitudinale di detto albero rotante, dove almeno uno di detti stadi di compressore contiene una ventola o girante munita di palette multiple rotante con detto albero rotante, un diffusore adatto a ricevere una corrente di gas proveniente da detta girante, un canale di scavalco adatto a ricevere la corrente di gas proveniente da detto diffusore ed un sistema di iniezione di liquido per iniettare un liquido vaporizzabile entro la corrente di gas, dove detto sistema di iniezione di liquido è adatto ad iniettare il liquido in detto diffusore sostanzialmente a monte di detto canale di scavalco.
2. Il compressore descritto in rivendicazione 1, nel quale detto sistema di iniezione di liquido comprende una pluralità di getti di liquido.
3. Il compressore descritto in rivendicazione 2, nel quale ciascuno di detti getti di liquido è orientato, entro una tolleranza di circa 10°, normalmente alla corrente di gas in detto diffusore.
4. Il compressore descritto in rivendicazione 2, nel quale detta pluralità di getti di liquido sono disposti in modo approssimativamente simmetrico attorno a detto asse.
5. Il compressore descritto nelle rivendicazioni 2 o 4, nel quale detta pluralità di getti di liquido comprende da sei a dodici getti di liquido.
6. Il compressore descritto in rivendicazione 2, nel quale detti getti di liquido sono distanziati rispetto a detto asse, in modo che il liquido iniettato attraverso i medesimi nella corrente di gas diventa vaporizzato in modo sostanzialmente completo prima di incontrare la ventola o girante di un succes-

(GE-2499).

sivo stadio di compressore.

7. Il compressore descritto in rivendicazione 4, nel quale ciascuno di detti getti di liquido è distanziato rispetto a detto asse ad un raggio nella gamma da circa 1,05 a 1,1 volte il raggio massimo di detta ventola o girante.

8. Il compressore descritto in rivendicazione 4, nel quale detta pluralità di getti di liquido è formata da otto getti di liquido.

9. Il compressore descritto in rivendicazione 8, nel quale ciascuno di detti getti di liquido è distanziato rispetto a detto asse ad un raggio pari a circa 1,1 volte il raggio massimo di detta ventola o girante.

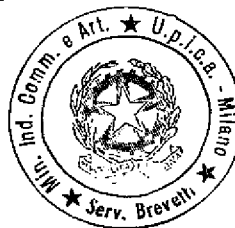
10. Il compressore descritto in rivendicazione 2, nel quale detti getti di liquido sono adatti a portare acqua.

IL MANDATARIO

dr. Giuliano Michelotti

c/o CGE - Via Bergognone, 27 - Milano

Giuliano Michelotti



l'Ufficiale Rogante
Pietro Alessandrino

24876-A/82

- 9 -

GE-2499 T3/1

No. 336733		Data del Brevetto		NUMERO BREVETTO	
No.	Data deposito	Classe	Sottoclasse	No. di gruppo	Esaminatore
06/336.733	4.1.1982	415		143	
Richiedente/i: HARNOLD LOWN, SCHENECTADY, NY.					
**ULTERIORI DATI VERIFICATI					
**DOMANDE ESTERE/PCT VERIFICATO					
Priorità estera rivendicata <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Condizioni 35 USC 119 soddisf. <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Verificato e accettato		COME DEPOSITATA →	Stato o Paese NY	Tavole Disegni 2	Tot. rivendic. 10
Iniziali Esaminatore			Rivendic. indipen. 1	Tassa Dep. Ricev. \$ 67	Incarto Procurat. No. RD-13.562
Indirizzi MARVIN SNYDER CORP. RES. 1 DEV. BLDG. K1, GENERAL ELEC. CO. P. O. BOX 8 SCHENECTADY, NY 12301					
Titolo: COMPRESSORE CENTRIFUGO CON INIEZIONE DI LIQUIDO VAPORIZZABILE					

5/1980

Con la presente si certifica che qui allegato vi è una copia veritiera tratta dalle registrazioni dell'Ufficio Brevetti e Marchi degli Stati Uniti della domanda qui sopra identificata come originariamente depositata.

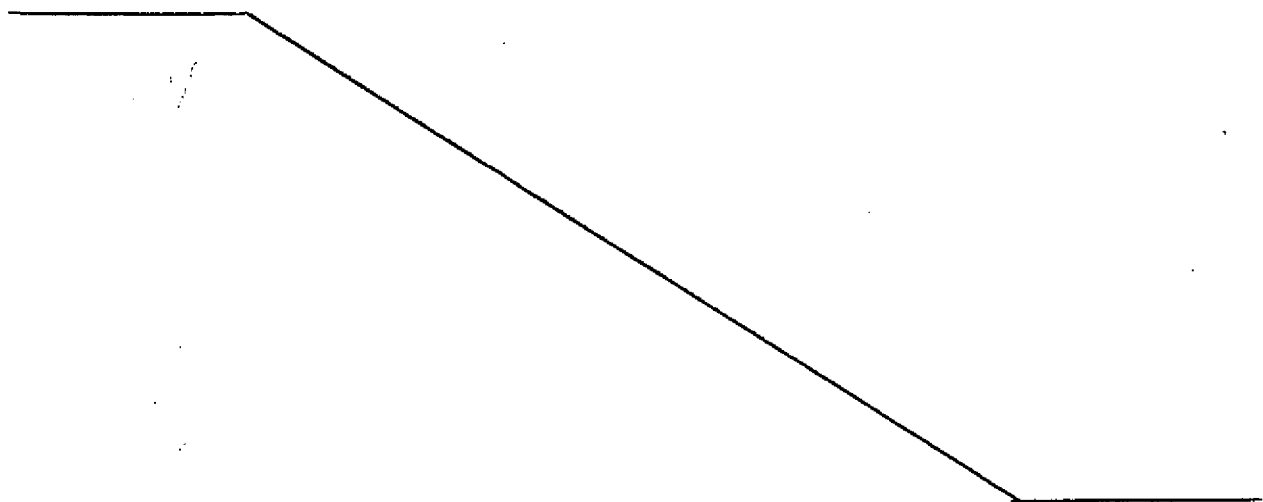
Data, 1 novembre 1982

Per autorità del Commissario dei Brevetti

 (firmato)
 Funzionario Certificante

(GE-2499)

COMPRESSORE CENTRIFUGO CON INIEZIONE DI LIQUIDO VAPORIZZABILE



Riassunto della Descrizione

Un complesso per produrre compressione ad umido di gas che viene compresso in un compressore di gas di tipo centrifugo a stadi multipli avente una ventola o girante, un diffusore "a valle" della ventola e un canale di scavalco collegato all'estremo a valle del diffusore, contenente una pluralità di getti di liquido per iniettare un liquido vaporizzabile, come acqua, in una corrente di gas che subisce compressione. I getti di liquido sono posizionati simmetricamente attorno all'asse longitudinale dell'albero del compressore e sono adatti ad iniettare del liquido nel diffusore sostanzialmente a monte del canale di scavalco e, in una realizzazione preferita, hanno una distanza radiale da tale asse tra circa 1,05 e 1,1 volte il raggio massimo della ventola o girante del compressore. L'invenzione ottiene un netto aumento di vaporizzazione del liquido iniettato, fornendo migliori prestazioni del compressore e ridotta usura delle parti interne del medesimo compressore.

~~TESTO DELLA DESCRIZIONE~~

Compo Tecnico

La presente invenzione riguarda in generale dei sistemi per aumentare il rendimento di compressori di gas di tipo centrifugo e, in particolare, un com-

piesso per iniettare un liquido vaporizzabile, come acqua, direttamente nella corrente di gas di un compressore centrifugo a stadi multipli.

Premesse tecniche

I compressori centrifughi per gas sono stati a lungo impiegati per parecchi scopi, comprese diverse applicazioni come motori a getto e pompe di calore. I precedenti sviluppi riguardanti compressori centrifughi per gas hanno mostrato che l'iniezione di un liquido vaporizzabile nella corrente di gas del compressore per ottenere una compressione ad umido, o compressione implicante vaporizzazione del liquido iniettato, opposta alla compressione a secco, è particolarmente vantaggiosa. Questo perchè la vaporizzazione di un liquido iniettato nel compressore riduce la temperatura di ingresso dello stadio di compressore "a monte" del punto di iniezione del liquido, risultando perciò in un significativo aumento di rapporto di compressione o rapporto della pressione di uscita del gas rispetto alla pressione di ingresso del gas, con poco o nessun aumento di potenza fornita al compressore. In aggiunta, la temperatura di funzionamento del compressore può essere efficacemente ridotta mediante un'iniezione diretta di acqua, eliminando perciò la necessità di costosi raffreddatori esterni.

Benchè i vantaggi ottenuti iniettando un liquido vaporizzabile direttamente nella corrente di gas di un compressore centrifugo siano ampiamente riconosciuti, i dispositivi e le tecniche note anteriormente per fornire un compressore ad umido hanno posto alcuni precisi inconvenienti. Un riferimento definente tale tecnica anteriore è il brevetto USA N° 2.786.626 di Redcay. Redcay descrive un procedimento per la compressione di gas in un compressore a stadi multipli nel quale un liquido vaporizzabile viene iniettato nell'ingresso del compressore e viene anche iniettato nel canale di scavalco di ciascuno dei primi

parecchi stadi del compressore. Il liquido iniettato nei canali di scavalco viene iniettato mediante dei getti di liquido, solo uno per stadio, orientati verso monte della corrente di gas del compressore.

Il compressore di Redcay soffre del fatto di ottenere un grado piuttosto limitato di vaporizzazione del liquido iniettato nella corrente di gas del compressore. Questo perchè il liquido viene iniettato in una regione a bassa velocità del compressore e quindi non si ottiene la suddivisione o atomizzazione del liquido in gocce molto piccole. Questo avviene particolarmente per il liquido iniettato nell'ingresso del compressore. Delle gocce molto piccole sono necessarie per ottenere un alto grado di vaporizzazione perchè la superficie di tale goccia è grande rispetto al volume della medesima goccia e la goccia può perciò assorbire facilmente calore e vaporizzare. La vaporizzazione limitata del liquido iniettato nel compressore di Redcay porta ad una limitata riduzione di potenza fornita a questo compressore. La vaporizzazione limitata porta anche al fatto che grandi gocce di liquido urtano sulle parti interne del compressore, come la girante, ponendo perciò un rischio definito di grave erosione e vaiolatura di queste parti dopo un periodo di funzionamento relativamente breve.

Se si desidera iniettare un liquido proveniente dai getti di Redcay nella corrente di gas del compressore ad una distanza adeguata per ottenere un grado ragionevole della sua atomizzazione, questo compressore avrebbe l'inconveniente di richiedere un apparato complesso per iniettare il liquido nella corrente di gas ad alta velocità. Tale alta velocità è necessaria, per il fatto che questi getti di liquido sono orientati contro la direzione di scorrimento della corrente di gas.

Scopi dell'invenzione

Perciò, uno scopo della presente invenzione è di realizzare un complesso da impiegare in un compressore di tipo centrifugo a stadi multipli per l'iniezione diretta di liquido vaporizzabile nella corrente di gas del compressore che porti ad un aumento di vaporizzazione del liquido iniettato.

Un altro scopo della presente invenzione è di realizzare un complesso da impiegare in un compressore di tipo centrifugo a stadi multipli per dirigere l'iniezione di un liquido vaporizzabile nella corrente di gas del compressore che porti ad una maggiore riduzione di potenza fornita al compressore.

Un altro scopo della presente invenzione è di realizzare un complesso da usare in un compressore di tipo centrifugo a stadi multipli per l'iniezione diretta di liquido vaporizzabile nella corrente di gas del compressore che porti a ridotta vibolazione ed erosione delle parti interne del compressore.

Uno scopo addizionale della presente invenzione è di realizzare un complesso da impiegare in un compressore multistadio di tipo centrifugo per l'iniezione diretta di liquido vaporizzabile nella corrente di gas del compressore che non richieda un complesso apparato per iniettare il liquido ad alta velocità nella corrente di gas.

Altri scopi e pregi saranno evidenti da un esame della seguente descrizione *delle allegate rivendicazioni* dei disegni.

Descrizione sommaria dell'invenzione

Secondo i sopradetti scopi, l'invenzione fornisce un compressore contenente una carcassa, un albero rotante imperniato entro la carcassa ed una pluralità di successivi stadi di compressore posizionati lungo l'asse longitudinale dell'albero rotante. Almeno uno degli stadi del compressore contiene una ven-

tola o girante a palette multiple rotante con l'albero rotante, un diffusore adatto a ricevere la corrente di gas proveniente dalla girante, un canale di scavalco adatto a ricevere la corrente di gas dal diffusore ed un sistema di iniezione di liquido per iniettare un liquido vaporizzabile nella corrente di gas. Il sistema di iniezione di liquido è adatto ad iniettare liquido entro il diffusore sostanzialmente a monte del canale di scavalco. Il liquido vaporizzabile viene frantumato o atomizzato forzatamente, producendo perciò delle gocce di liquido molto piccole che vaporizzano facilmente.

Breve descrizione dei disegni

$\neq A$ stessa, tutta v. 1

L'invenzione, come sua organizzazione e metodo di funzionamento, assieme ad ulteriori suoi scopi e pregi, può essere meglio capita con riferimento alla seguente descrizione, presa in considerazione con gli allegati disegni, nei quali :

la FIGURA 1 è una vista semplificata, in sezione, di una porzione di un convenzionale compressore di tipo centrifugo a stadi multipli contenente la presente invenzione;

la FIGURA 2 è una vista dettagliata di una porzione di un primo stadio del compressore a stadi multipli mostrato in Figura 1;

la FIGURA 3 è un grafico illustrante la velocità di vaporizzazione delle gocce di liquido in funzione della distanza radiale dei getti di liquido del compressore mostrati in Figura 1;

la FIGURA 4 è una vista, presa lungo la linea 4-4 di Figura 1, parzialmente spaccata in corrispondenza della sua parte superiore, illustrante dei dettagli del terzo stadio del compressore di Figura 1.

Descrizione dettagliata dell'invenzione

La Figura 1 illustra un convenzionale compressore di tipo centrifugo a quattro stadi, indicato generalmente con 10, benchè la presente invenzione possa essere efficacemente impiegata in un compressore avente un numero di stadi maggiore o minore. Il compressore 10 è mostrato in forma semplificata con le parti fisse (per esempio la carcassa del compressore) tratteggiate in un senso e le parti rotanti tratteggiate nell'altro senso. Il gas che deve essere compresso entra nel compressore 10 attraverso un ingresso 11 e scorre in una corrente attraverso un passaggio 12 entro una prima ventola o girante 14 munita di palette multiple attaccata ad un albero rotante 15. Come si sa, l'alta velocità di rotazione della girante 14 dirige il gas proveniente dalla girante 14 in modo centrifugo entro un diffusore 17, che di preferenza è del tipo privo di pale e che viene descritto più completamente qui sotto. La corrente di gas che viene compressa passa attraverso un canale di scavalco 18 e quindi attraverso un canale di ritorno 19, che tipicamente è munito di pale di controllo direzionale, come 20, per dirigere la corrente di gas entro un'ulteriore girante 21 munita di palette multiple, rappresentante un secondo stadio del compressore a quattro stadi 10. In modo simile, vengono impiegate ancora ulteriori giranti 22 e 23 munite di palette multiple, rappresentanti rispettivamente un terzo ed un quarto stadio del compressore 10. Il secondo ed il terzo stadio del compressore 10 contengono e traggono beneficio dall'invenzione sostanzialmente nel medesimo modo del primo stadio. Perciò, una compressione del primo, del secondo o del terzo stadio produce una compressione degli stadi dal primo al terzo. Considerando ora solo il primo stadio del compressore contenente la girante 14, la presente invenzione fornisce una pluralità di getti di liquido 24, di

preferenza comprendente dei getti di acqua, che sono collegati ad una fonte di liquido attraverso i tubi di alimentazione 25, ciascuno dei quali, a sua volta, viene collegato, per esempio, ad un tubo 27 di distribuzione che, a sua volta, è collegato ad un sistema di rifornimento di liquido (non mostrato). Ciascuno della pluralità di getti di liquido 24 è adatto ad iniettare del liquido nel diffusore 17 sostanzialmente a monte del canale di scavalco 18. Il termine "sostanzialmente a monte", come qui usato, significa una distanza almeno pari a circa il 20% della differenza tra il raggio massimo del diffusore 17 (trattato qui sotto) ed il raggio massimo della girante 14.

Il significato di iniettare del liquido nel diffusore 17 sostanzialmente a monte del canale di scavalco 18 può essere meglio apprezzato considerando la Figura 2, che è una vista in dettaglio della porzione superiore del primo stadio del compressore a stadi multipli 10, come illustrato in Figura 1. Come si sa bene nella tecnica, un "diffusore" è sagomato in modo da avere la capacità di convertire pressione dinamica, o energia cinetica, in pressione statica. Come tale, la linea di divisione tra il diffusore 17 ed il canale di scavalco 18, rappresentante il raggio massimo del diffusore 17, è approssimativamente mostrata dalla linea tratteggiata 28. Il diffusore 17 è un diffusore radiale; cioè, lo spazio disponibile entro il diffusore 17 aumenta con l'aumento della distanza radiale dall'asse dell'albero rotante 15. Come indicato dalle frecce 29, una corrente di gas che subisce compressione nel compressore 10, è diretta da sinistra verso destra attraverso la palettatura 14' della girante 14, attraverso il diffusore 17, attraverso il canale di scavalco 18 ed attraverso le pale direzionali di controllo 20 del canale di ritorno 19. Poichè il diffusore 17 è un diffusore radiale e poichè la girante 14 emette la corrente

di gas 29 entro il diffusore 17 con un'alta velocità di rotazione, la corrente di gas 29 segue effettivamente un percorso a spirale nel diffusore 17 e nel canale di ritorno 19, benchè questo non sia immediatamente evidente dalla Figura 2. considerata da sola. La corrente di gas 29 si muove alla sua massima velocità quando lascia la girante 14 e quindi rallenta rapidamente mentre procede radialmente nel diffusore 17 a causa della conservazione del momento della quantità di moto. Avendo i getti di liquido 24 radialmente distanziati nel diffusore 17 sostanzialmente a monte del canale di scavalco 18, cioè in una regione di velocità relativamente alta della corrente di gas 29, si ottengono dei vantaggi significativi.

Per esempio, le correnti di liquido iniettate dalla pluralità di getti 24 nella corrente di gas 29 vengono frantumate o atomizzate forzatamente in gocce estremamente piccole. Come notato sopra, più piccola è una goccia, più facilmente può assorbire calore e vaporizzare. Infatti, la velocità di vaporizzazione, in un buon grado di approssimazione, dipende direttamente dalla piccolezza di una goccia (cioè è l'inverso del diametro di una goccia). La piccolezza di una goccia, a sua volta, è legata alla velocità relativa tra una goccia e la corrente di gas 29, cioè, la piccolezza dipende dal quadrato esponenziale di tale velocità relativa.

Poichè la velocità relativa dipende principalmente dalla velocità della corrente di gas 29, dove la velocità del liquido iniettato è bassa a paragone, e la velocità della corrente di gas 29 varia secondo l'inverso della distanza radiale dei getti di liquido 24, la relazione tra la piccolezza di una goccia e, quindi, tra la sua velocità di vaporizzazione e la distanza radiale dei getti liquidi 24, può essere illustrata graficamente in Figura 3.

Non solo l'invenzione fornisce una maggiore velocità di vaporizzazione, ma anche aumenta significativamente la durata della vaporizzazione, per cui viene ottenuta un'addizionale sicurezza di completa vaporizzazione. La maggiore durata di vaporizzazione è dovuta al lungo percorso a spirale che le gocce di liquido nella corrente di gas 29 (Figura 2) devono attraversare nella loro corsa dai loro punti di iniezione, in corrispondenza dei getti 24, verso il successivo stadio del compressore 10. Perciò, due fattori lavorano contemporaneamente per migliorare in modo deciso la vaporizzazione complessivo alla bassa distanza radiale dei getti di liquido secondo la presente invenzione : (1) atomizzando il liquido iniettato in gocce estremamente piccole, per cui si aumenta notevolmente la loro velocità di vaporizzazione (vedere Figura 3) e (2) aumentando in modo significativo la durata o "tempo di residenza" delle gocce nella corrente di gas 29 (Figura 2).

La vaporizzazione notevolmente superiore ottenuta dall'invenzione ha delle conseguenze importanti per le prestazioni e la durata del compressore 10. C'è un miglioramento significativo nella riduzione di potenza fornita al compressore 10 e la temperatura della corrente di gas 29 viene mantenuta desiderabilmente bassa. Le parti interne del compressore 10, come le giranti a palette multiple 21, 22 e 23 possono essere ora esposte ad un rischio praticamente nullo di vaiolatura ed erosione dovuta a gocce di liquido ad alta velocità non evaporate che urtano contro le medesime.

Un ulteriore pregio di avere i getti di liquido 24 radialmente distanziati nel diffusore 17 sostanzialmente a monte del canale di scavalco 18 è il maggiore guadagno di pressione ottenuto per lo stadio di compressore dovuto ad un cambiamento di quantità di moto associato con l'estrazione di calore, o

desurriscaldamento, delle gocce di liquido che si muovono ad alta velocità. Tale desurriscaldamento aumenta con l'aumento della velocità di vaporizzazione del liquido e con una maggiore velocità, entrambe le quali si trovano alla bassa distanza radiale dei getti di liquido 24. Il guadagno di pressione incrementale ottenibile si crede ammonti ad almeno il 2 o il 3% del guadagno di pressione dello stadio di compressore in assenza di desurriscaldamento.

Come scoperto nella presente invenzione, la distanza radiale della pluralità di getti di liquido 24 dovrebbe essere superiore a circa 1,05 volte il raggio massimo della girante 14, altrimenti capiterebbero delle instabilità nella corrente di gas 29 che viene emessa dalla girante 14.

Considerando ancora la Figura 2, viene illustrato un altro aspetto dell'invenzione. I getti di liquido 24 sono orientati normali o perpendicolari alla corrente di gas 29. Questo consente al liquido fornito ai getti 24 di essere iniettato nella corrente di gas 29 con una bassa velocità, per esempio, 15,24 m/sec. (50 piedi/sec.), perchè il liquido iniettato viene diretto trasversalmente attraverso la corrente di gas 29. Il liquido iniettato può perciò penetrare facilmente attraverso la corrente di gas 29 per fornire un grado ottimo di atomizzazione; tuttavia, il liquido iniettato non dovrebbe essere lasciato urtare contro la parete destra del diffusore 17 o altrimenti capiterebbe una sua cattiva atomizzazione. Poichè è necessaria solamente una bassa velocità di liquido per iniettarlo attraverso i getti di liquido 24, quando sono orientati normalmente rispetto alla corrente di gas 29, il sistema di rifornimento di liquido (non mostrato) per iniettare il liquido, può essere di semplice costruzione. Questo beneficio viene ancora realizzato con una tolleranza dell'orientazione dei getti 24 pari a circa 10° rispetto alla normale alla corrente

di gas 29.

Considerando ora la Figura 4, viene illustrato un ulteriore aspetto dell'invenzione. La Figura 4 è una vista presa lungo la linea 4-4 di Figura 1, è parzialmente spaccata per esporre i tubi di alimentazione 32 e la posizione dei getti di liquido 30 ed è semplificata dall'omissione delle pale del canale di ritorno 26. Tale ulteriore aspetto dell'invenzione è illustrato in Figura 4 rispetto al terzo stadio del compressore 10, che contiene la girante 22. Questo ulteriore aspetto inventivo implica il numero ed il posizionamento di una pluralità di getti di liquido 30 (corrispondente alla pluralità di getti 24 del primo stadio di compressore), che sono collegati ad un sistema di rifornimento di liquido (non mostrato) attraverso un tubo di distribuzione 31, mediante dei tubi di alimentazione 32. La pluralità di getti 30 ammonta di preferenza tra 6 e 12, dove 8 è il numero considerato nel modo migliore per realizzare l'invenzione. I getti 30 sono di preferenza disposti simmetricamente attorno all'asse longitudinale dell'albero 15. Il precedente numero ed il posizionamento della pluralità di getti 30 fa pieno uso della corrente disponibile di gas nel compressore 10 per vaporizzare le gocce di liquido.

Un numero di getti di liquido superiore o inferiore ai numeri preferiti di getti di liquido appena descritti può essere usato nell'invenzione. Un limite superiore al numero di getti di liquido viene imposto dai diametri ridotti dei loro fori, che sono esposti ad essere intasati da contaminanti nel liquido iniettato attraverso i medesimi. Un numero inferiore di getti rispetto al numero minore preferito (cioè 6) potrebbe portare ad un uso meno che completo della corrente disponibile di gas del compressore 10 per vaporizzare le gocce di liquido, benchè vengano ancora ottenuti dei benefici.

(GE-2499)

Nel modo migliore considerato per realizzare l'invenzione, il compressore 10 fa parte di una pompa di calore per procedimenti industriali, nella quale il liquido vaporizzabile iniettato nella corrente di gas del compressore è formato da acqua e si preferisce la distanza radiale dei getti di liquido 24 nella gamma tra circa 1,05 ed 1,1 volte il raggio massimo della girante 14, dove l'estremo superiore di questa gamma viene particolarmente preferito. Questa gamma è basata su un compressore avente un rapporto di compressione per stadio nella gamma da circa 1,4 a 1,6 ed avente una velocità periferica delle giranti per stadio nella gamma da circa 274 a 335 m/sec. (da 900 a 1100 piedi/sec.). Tuttavia, gli effetti benefici dell'invenzione vengono ottenuti in corrispondenza di distanze radiali dei getti di liquido 24 al di sopra della precedente gamma da 1,05 ad 1,1, alla condizione che lo stadio del compressore funzioni con velocità periferiche della girante considerevolmente superiori alle sopradette velocità periferiche.

Tale pompa di calore raggiunge un maggior coefficiente di prestazioni, non solo a causa della migliorata vaporizzazione dell'acqua iniettata nella pompa di calore, ma anche a causa del maggior flusso di massa di vapore nell'uscita della pompa di calore.

Benchè solo certe preferite caratteristiche dell'invenzione siano state mostrate come illustrazione, parecchie modifiche e cambiamenti capiteranno agli esperti nel ramo. Per esempio, il compressore 10 di tipo centrifugo potrebbe essere combinato con un compressore di tipo assiale. Perciò si deve capire che *le allegate rivendicazioni intendono* ~~si intende~~ proteggere quanto precede e tutte quelle modifiche e variazioni che cadono entro il vero spirito ed il campo dell'invenzione.

R I V E N D I C A Z I O N I

1. Compressore contenente una carcassa, un albero rotante imperniato entro detta carcassa ed una pluralità di successivi stadi di compressore posizionati lungo l'asse longitudinale di detto albero rotante, dove almeno uno di detti stadi di compressore contiene una ventola o girante munita di palette multiple rotante con detto albero rotante, un diffusore adatto a ricevere una corrente di gas proveniente da detta girante, un canale di scavalco adatto a ricevere la corrente di gas proveniente da detto diffusore ed un sistema di iniezione di liquido per iniettare un liquido vaporizzabile entro la corrente di gas, dove detto sistema di iniezione di liquido è adatto ad iniettare il liquido in detto diffusore sostanzialmente a monte di detto canale di scavalco.
2. Il compressore descritto in rivendicazione 1, nel quale detto sistema di iniezione di liquido comprende una pluralità di getti di liquido.
3. Il compressore descritto in rivendicazione 2, nel quale ciascuno di detti getti di liquido è orientato, entro una tolleranza di circa 10° , normalmente alla corrente di gas in detto diffusore.
4. Il compressore descritto in rivendicazione 2, nel quale detta pluralità di getti di liquido sono disposti in modo approssimativamente simmetrico attorno a detto asse.
5. Il compressore descritto nelle rivendicazioni 2 o 4, nel quale detta pluralità di getti di liquido comprende da sei a dodici getti di liquido.
6. Il compressore descritto in rivendicazione 2, nel quale detti getti di liquido sono distanziati rispetto a detto asse, in modo che il liquido iniettato attraverso i medesimi nella corrente di gas diventa vaporizzato in modo sostanzialmente completo prima di incontrare la ventola o girante di un succes-

sivo stadio di compressore.

7. Il compressore descritto in rivendicazione 4, nel quale ciascuno di detti getti di liquido è distanziato rispetto a detto asse ad un raggio nella gamma da circa 1,05 a 1,1 volte il raggio massimo di detta ventola o girante.

8. Il compressore descritto in rivendicazione 4, nel quale detta pluralità di getti di liquido è formata da otto getti di liquido.

9. Il compressore descritto in rivendicazione 8, nel quale ciascuno di detti getti di liquido è distanziato rispetto a detto asse ad un raggio pari a circa 1,1 volte il raggio massimo di detta ventola o girante.

10. Il compressore descritto in rivendicazione 2, nel quale detti getti di liquido sono adatti a portare acqua.

≠ A INSERIRE: "Le caratteristiche che si credono nuove vengono espone particolarmente nelle allegate rivendicazioni."

DICHIARAZIONE E PROCURA COMBinate NELLA DOMANDA ORIGINALE

Io, Harold Lown dichiaro che sono un cittadino degli Stati Uniti d'America residente a

Schenectady, New York
che ho letto e compreso il contenuto delle precedenti descrizione e rivendicazioni e credo veritieramente di essere l'originale, primo ed unico inventore o scopritore dell'invenzione intitolata

COMPRESSORE CENTRIFUGO VON INIEZIONE DI LIQUIDO VAPORIZZABILE
(RD-13.562)

ivi descritta e rivendicata; che io non so e non credo che questa invenzione fu mai conosciuta o usata negli Stati Uniti, prima della mia invenzione o scoperta; che per quanto riguarda il meglio della mia conoscenza e credenza questa invenzione non fu brevettata o descritta in qualsiasi pubblicazione stampata in nessun paese prima della mia invenzione, o più di un anno prima di questa domanda, o in uso pubblico o in vendita negli Stati Uniti più di un anno prima di questa domanda o brevettata o fatto oggetto di un certificato di inventore in nessun paese straniero prima della data di questa domanda sulla base di una domanda depositata da me o dai miei legali rappresentanti o aventi causa più di dodici mesi prima di questa domanda; che io riconosco mio dovere di fornire informazioni di cui sono a conoscenza e che sono sostanziali per l'esame di questa domanda; e, che nessuna domanda di brevetto o certificato di inventore per questa invenzione è stata depositata in nessun paese straniero né da me né dai miei legali rappresentanti o aventi causa.

Ed io con il presente atto nomino Charles E. Bruzga, Reg. No. 28.935, Paul R. Webb, II, Reg. No. 16.562, James C. Davis, Jr., Reg. No. 20.864, Marvin Snyder, Reg. No. 20.126, Corp. Res. & Dev., General Electric Co., P. Box 8, Schenectady, NY 12301, e Ernest F. Chapman, Reg. No. 25961, e Philip L. Schlamp, Reg. No. 16379 e ~~Frank E. Neukausen, Reg. No. 14975~~, Joseph B. Forman, Reg. No. 15795 e Fred Jacob, Reg. No. 18111, Washington Patent Operation, General Electric Company, 2001 Jefferson Davis Highway, Arlington, Virginia 22202,

congiuntamente e ciascuno di essi separatamente, miei procuratori e procuratore, con pieno potere di sostituzione, delega e revoca, per dare corso a questa domanda, per fare alterazioni o modifiche di essa, per ricevere il brevetto e per effettuare tutte le pratiche connesse con essa presso l'Ufficio Brevetti e Marchi. Io qui chiedo che tutta la corrispondenza e le chiamate telefoniche connesse con questa domanda siano indirizzate al detto

Marvin Snyder, Corp. Res. & Dev., General Electric Company, PO Box 8, Schenectady, New York 12301.
(indirizzo postale)

Telefono No. (518) 385-8629 .

Io qui dichiaro che tutte le affermazioni qui fatte a mia propria conoscenza sono vere e che credo vere tutte le affermazioni fatte su informazioni e credenze; ed inoltre che queste affermazioni sono state fatte a conoscenza del fatto che affermazioni volontariamente false o cose simili fatte in tal modo sono punibili mediante multa o incarcerazione, o mediante entrambe, in base alla sezione 1001 del Titolo 18 del Codice degli Stati Uniti e che tali affermazioni volontariamente false possono compromettere la validità della domanda o di ogni brevetto in base ad essa concesso.

Firma dell'inventore

Firmato il 29 Dicembre 1981

Indirizzo postale dell'inventore: 1266 Fox Hollow Road
Schenectady, New York 12309

La presente è una traduzione fedele e letterale
del documento al quale è allegata.

IL MANDATARIO

dr. Giuliano Michelotti

c/o CGE - Casella Postale 1786 - Milano

Giuliano Michelotti



TAVOLA N° 1

24876A/82

FIG. 1

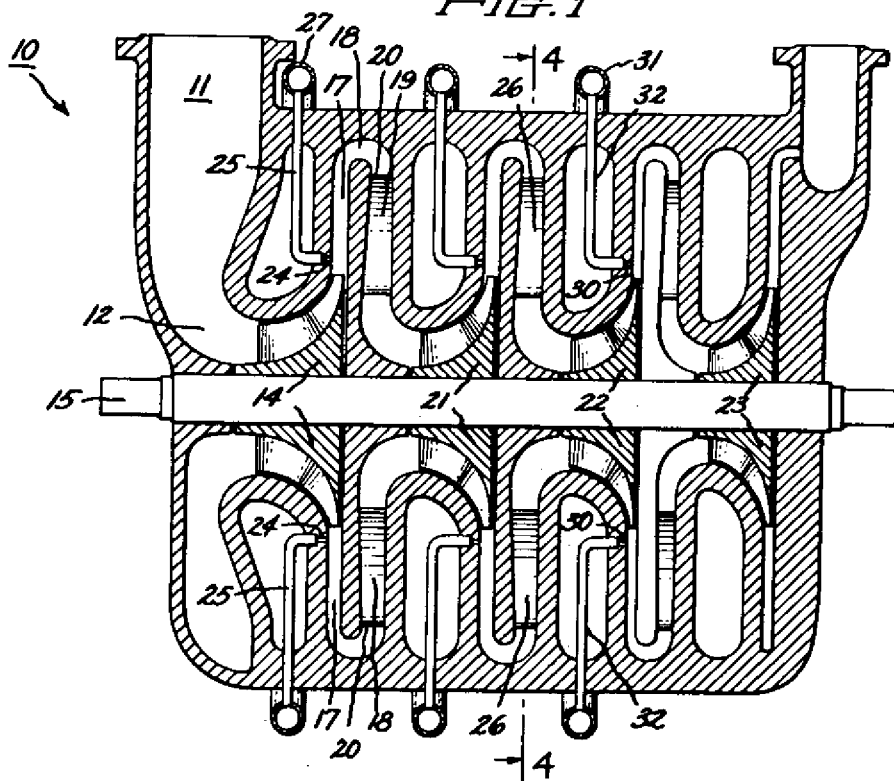
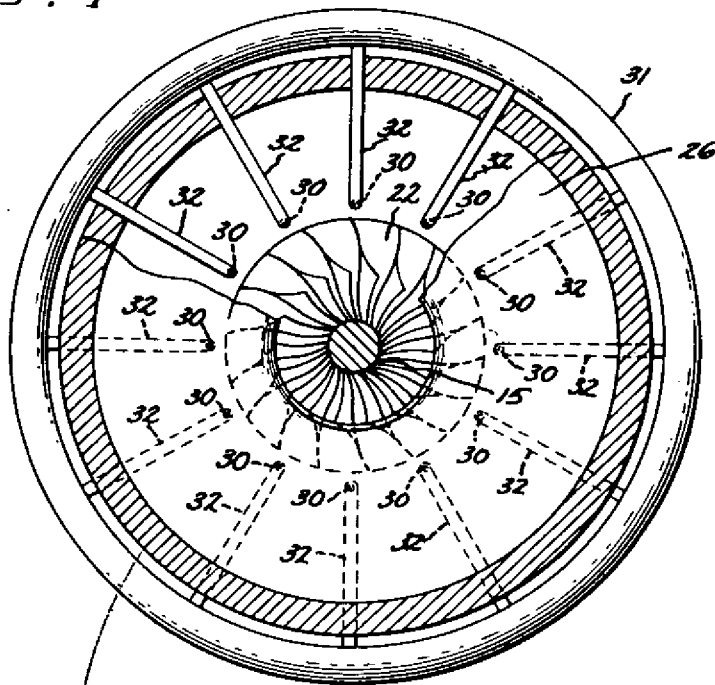


FIG. 4



L'Ufficiale Rogante
Pietro Alessandrino

IL MANDATARIO

dr. Giuliano Michelotti

c/o CGE - Via Bergognone, 27 - Milano

Giuliano Michelotti



24876A/82

FIG. 3

VAPORIZZAZIONE
DI GOCCE DI LIQUIDO
(NORMALIZZATA A 1,00
PER DISTANZA RADIALE
NORMALIZZATA A 1,05)

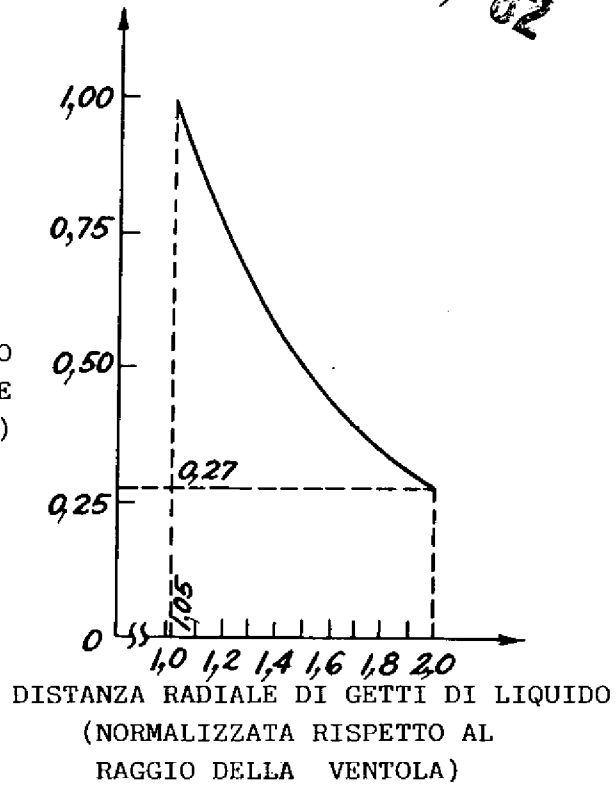
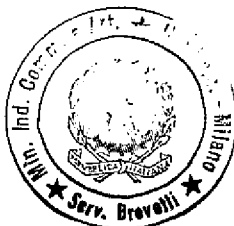
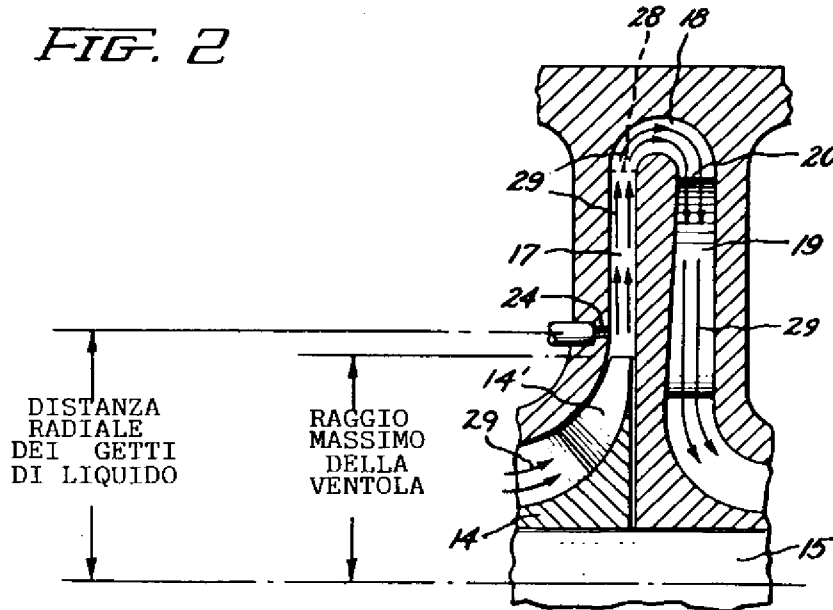


FIG. 2



l'Ufficiale Rogante
Pietro Massaro

IL MANDATARIO

dr. Giuliano Michelotti

c/o CGE - Via Bergognone, 27 - Milano

Giuliano Michelotti