

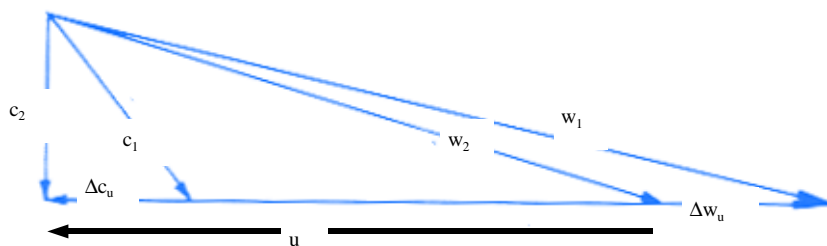
STADIO ESCHER WYSS

Deriva dal nome di un'altra famosa casa costruttrice. La macchina è caratterizzata dall' avere addirittura un grado di reazione leggermente superiore all' unità .

In questo tipo di macchina il Δh e quindi anche il Δp vengono sviluppati in seno al fluido in presenza della parte rotorica ma non solo. L' elemento rotorico provvede a conferire al fluido un Δh e quindi un Δp leggermente maggiore del Δp di stadio.

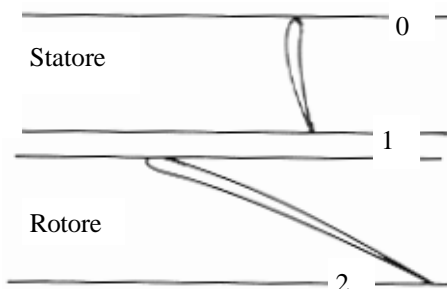
In altri termini l' elemento statorico lavora non da diffusore ma bensì da acceleratore del fluido , cioè da ugello. Il fluido nell' elemento statorico , diciamo nella palettatura statorica, subisce una modesta espansione che dà luogo ad una accelerazione del fluido , e quindi ad una piccola caduta di pressione. Sembra un contro senso perché è chiaro che il compito del compressore è esattamente l' opposto . Qui ci troviamo in presenza di una macchina in cui l' elemento fisso cioè lo statore provvede non già ad una compressione del fluido bensì ad una pur lieve espansione . Intanto vediamo come si presenta il triangolo di velocità e come sono configurate le sezioni cilindriche

Anche qui ovviamente sono infiniti i tipi di palettatura che soddisfano la condizione $R > 1$ ma è chiaro che tra tutte le condizioni , tra tutti i casi con $R > 1$, ne esiste una che consente la fuoriuscita del fluido dall' elemento rotorico con velocità assoluta diretta assialmente. E' chiaro che questa condizione è quella che interessa di più il costruttore che intenda dedicarsi a questo tipo di macchina in quanto sarà sufficiente terminare la costruzione della macchina con un elemento rotorico anziché con un elemento statorico. Si potrà così convogliare il fluido in una tubazione senza il bisogno di una palettatura raddrizzatrice a valle in quanto il fluido si presenta con velocità assoluta diretta assialmente. Per questo motivo il compressore Escher Wyss è tra tutte le macchine operatrici assiali l' unica che viene rappresentata ponendo convenzionalmente in testa l' elemento fisso cioè lo statore e in coda l' elemento rotorico. Per questa macchina abbiamo una sezione cilindrica un po particolare ma intanto vediamo i triangoli di velocità:



Anche qui abbiamo la solita componente assiale della velocità solo che in questo caso il polo si è spostato sino al punto più a sinistra lungo l' intera estensione del segmento ove hanno inizio i vari triangoli.

La c_2 diventa praticamente assiale . Vediamo ora la sezione cilindrica rappresentando prima l' elemento fisso cioè lo statore e poi il rotore. Possiamo chiamare 1 e 2 come al solito le sezioni d' ingresso e di uscita dal rotore , e chiamiamo 0 la sezione di ingresso nello statore.



Nello statore avremo ovviamente l' ingresso del fluido assiale, la c_0 sarà analoga alla c_2 , e uscita secondo un certo α_1 . Per quanto riguarda il rotore abbiamo una palettatura analoga alle precedenti ma ulteriormente allungata.

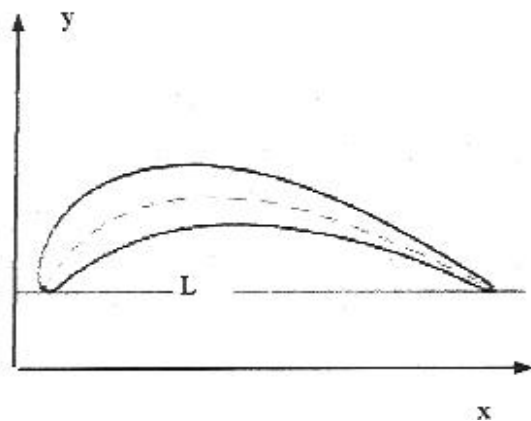
CONFRONTO TRA I VARI TIPI DI STADIO

Nella misura i cui partiamo da gradi di reazione bassi dell'ordine di 0,5 a gradi di reazione alti alcuni addirittura superiori ad 1, aumentano sempre di più i moduli delle velocità relative w e diminuiscono contemporaneamente gli angoli di deviazione dello stesso elemento rotorico. Queste due circostanze sono la prima sfavorevole ad un buon rendimento ed un corretto funzionamento fluidodinamico della macchina, la seconda no. La prima è sfavorevole in quanto più alto è il grado di reazione, maggiori sono i moduli delle velocità w . E' chiaro quindi che le perdite fluidodinamiche, che come sempre sono a parità di α , proporzionali al quadrato della velocità del fluido, ne risentiranno negativamente. Pertanto il costruttore che si avventura verso macchine ad alto grado di reazione deve concentrare l'evoluzione dei suoi studi teorici e sperimentali nella direzione di queste perdite cioè nel fronteggiare perdite fluidodinamiche più elevate per effetto della maggiore entità delle velocità del fluido nel rotore. Nello stesso tempo deve anche combattere l'effetto negativo, sempre dal punto di vista delle perdite fluidodinamiche, connesso con l'allungamento delle palette, perchè oltre un valore maggiore della velocità relativa ci si trova di fronte anche a pale sempre più allungate e quindi a superfici di contatto con fluido sempre più estese. Non dimentichiamoci che questa palette ha una sua altezza nel senso ortogonale al piano del disegno e a parità di altezza, naturalmente la superficie a contatto col fluido è proporzionale al perimetro complessivo della pala. Pertanto il costruttore Escher Wyss trova più di ogni altro davanti a sé problemi acuti in termini di perdite fluidodinamiche valutate da allungamenti palari elevati e da moduli di velocità w elevati. Si trova però confortato, ed ecco quindi il rovescio della medaglia, dal dover combattere con angoli di deviazione modesti e quindi dal rischio del distacco di vena. In linea di massima si trova avvantaggiato notevolmente rispetto al costruttore BROWN- BOVERI che lavora con $R=0,5$, il quale si pone di fronte a velocità relative che lo fanno sorridere rispetto al collega Escher Wyss, dove però deve combattere con angoli di deviazione che se pure ridicoli per una turbina sono considerevoli per un compressore assiale. E non dimentichiamo in questo discorso il fattore velocità, intesa come modulo, che è molto importante, perchè queste macchine sconfinano spesso nel campo transonico e supersonico, per cui ci troviamo di fronte a problemi estremamente complessi, in quanto le velocità possono essere tranquillamente dell'ordine di molte centinaia di metri al secondo. Il carattere subsonico, transonico, supersonico del compressore convenzionalmente non è attribuito né alla velocità c né alla velocità w bensì alla velocità periferica u che convenzionalmente stabilisce il grado di sonicità della macchina. E' chiaro quindi che le 2 tecnologie estreme sono quelle che si sono sviluppate su due piani completamente diversi, perchè i problemi studiati per l'uno costruttore erano e sono i problemi denotati dall'altro e viceversa. Diciamo che i due sviluppi hanno percorso la propria storia su binari paralleli. Tutte le scuole di alto livello hanno ottenuto risultati eccellenti, per cui sul piano commerciale i vari tipi di macchina e in particolare i due estremi sono pienamente competitive tra loro e ciascuno serve il proprio segmento di mercato. Vogliammi aggiungere a proposito dello stadio Escher Wyss che il grado di reazione maggiore dell'unità può sembrare fisicamente strano e lo è. L'elemento fisso procurando al fluido non una compressione ma bensì una leggera espansione non fa altro che remare contro, nei confronti degli interessi dello stadio. La bassissima deviazione del fluido consente il raggiungimento di Δp rotorici talmente soddisfacenti da poter tranquillamente caricare sulle proprie spalle il Δp negativo che viene sviluppato nello statore senza contare poi il fattore che gioca a favore dello stadio e cioè nell'elemento statorico il fluido subisce una piccola espansione la velocità del fluido all'uscita all'elemento rotorico e cioè la c_1 risulta molto stabile e consente al fluido di incanalarsi in maniera più stabile e conservativa.

Tutto questo aiuta il progettista e il costruttore nel realizzare una macchina capace di un funzionamento sicuro e stabile.

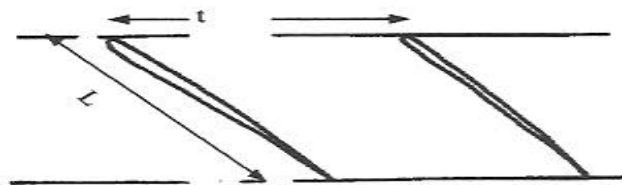
Altra considerazione di carattere generale è la seguente: nella misura in cui R aumenta per effetto soprattutto dell' aumento di superficie a contatto con fluido , e ci riferiamo essenzialmente al rotore , il costruttore, che lavora con elevati gradi di reazione, si trova nella opportunità di aumentare ulteriormente il rapporto passo corda e cioè il rapporto tra il passo assiale o circonferenziale ,passo che indichiamo con la lettera t ,ed L , essendo L la distanza nella pala misurata ad esempio tra il naso d' ingresso e la coda del profilo.

Non tutti considerano come lunghezza del profilo la lunghezza definita in questa maniera,mentre, nel caso delle turbine, abbiamo rapporti passo corda sempre decisamente inferiori all' unità, dell' ordine di 0.5-0.7. Nel caso di compressori assiali andiamo verso rapporti passo corda prossimi all' unità e talvolta anche superiori , tant'è che non è infrequente trovare gradi di reazione molto elevati ,caso Escher Wyss , abbiamo palettature rotoriche che non sono ricoperte tra loro , e cioè se noi proiettiamo l' immagine della pala in



direzione assiale, vediamo che tale immagine è apparente cioè non viene offuscata da nessuna pala circostante .

E questa è una caratteristica tipica dei compressori assiali con grado di reazione molto ma molto elevato .



Diciamo che dal punto di vista costruttivo la discussione sullo stadio del compressore assiale può ritenersi conclusa , almeno dei dettagli che riguardano corsi specialistici . Non si può non presentare quella che è la teoria alare e le sue applicazioni turbomacchinistiche , a favore di queste macchine, in quanto per i motivi che abbiamo messo in luce e le esigenze costruttive delle macchine non è possibile avvalersi esclusivamente della teoria monodimensionale in quanto queste macchine per l'esigenza che presentano di essere concepite con rapporti passo corda elevati danno luogo, con i loro vani palari, a condotti che non possono essere assimilati se non in primissima e troppo grossolana approssimazione, come monodimensionali o meglio condotti nei quali non possono essere descritti flussi monodimensionali. Ci troviamo di fronte ad un efflusso, in un ambiente libero, che viene torturato per così dire da ostacoli disposti a distanza regolare, a calettamento regolare tra loro. Questi ostacoli non sono altro che le palettature statoriche e rotoriche. La superficie laterale del condotto non è più costituita da vani palari estradosso-intradosso che delimitano la superficie del condotto, bensì ci troviamo di fronte ad un flusso ad ostacoli uguali tra loro geometricamente, ci troviamo di fronte per così dire ad una corsa ad ostacoli . Tutto questo rende ovviamente la teoria monodimensionale debole tanto è vero che i compressori assiali fallirono sul piano costruttivo, industriale sino a quanto il supporto teorico che gli ha aiutati non si è arricchito della teoria alare e delle sue applicazioni .