



REGIONE DEL VENETO

Esame di fine corso

Cod. Progetto 4262/2/668/2015 - Cod. Intervento 4262/002/636/DEC/22

Titolo: Tecnico per la gestione di impianti di produzione della carta

Sede del corso: Verona - VR - 37138 - Via Don Giovanni Minzoni, 50

Il vuoto: pompe ad anello liquido e turbosoffianti

di Gallio Alberto



**Scuola Interregionale
di tecnologia per tecnici Cartari**

Istituto Salesiano «San Zeno» - Via Don Minzoni, 50 - 37138 Verona
fcs.istitutosalesianosanzeno.it - scuolacartaria@sanzeno.org

SOMMARIO

- 1. PREMESSA**
- 2. INTRODUZIONE**
- 3. DI COSA TRATTIAMO E PERCHE'**
- 4. COS'È IL VUOTO**
- 5. UTILIZZI DEL VUOTO IN CARTIERA**
- 6. LA STRUTTURA E FUNZIONAMENTO DELLE POMPE PER VUOTO AD ANELLO LIQUIDO**
- 7. LA STRUTTURA E FUNZIONAMENTO DELLE SOFFIANTI CENTRIFUGHE MULTISTADIO**
- 8. CONCLUSIONE**

1. PREMESSA

Lo stabilimento PM3 (gruppo SACI di Verona) venne costruito a metà del '900 dall'ex Gruppo CARIOLARO per la produzione di carta bianca da stampa disinchiostrata. Con il passare degli anni, per necessità del mercato, si cominciò a produrre anche carte da imballo riciclate. A metà del 2012 subentrò la cartiera "Carmenta" mantenendo quasi invariata la produzione di carte da stampa e carte riciclate da imballo.

Nel 2014 passa sotto il gruppo SACI, con nome PM3, spostando tutta la produzione alle carte da imballo, che varia da carte fluting e shopper.

Lo stabilimento PM3 ha una capacità produttiva di circa 180 tonnellate lorde e 150 tonnellate nette giornaliere. Usufruisce di una macchina continua lunga 100 m con un formato utile di 2,4 m di larghezza e con velocità massima di 900 m/min.

Le grammature variano dai 40 g/m² ai 145 g/m².

Nel seguente trattato andremo ad analizzare l'utilizzo del vuoto, in relazione al drenaggio della carta.

2. INTRODUZIONE

Come noto, l'industria cartaria è una delle filiere produttive maggiormente energivore, questo essenzialmente dovuto alla tipologia della lavorazione che richiede un elevato utilizzo di energia e di gas naturale. Per quanto concerne la prima è dovuto principalmente all'alto grado di automazione presente in cartiera ed al fatto che ci si trova di fronte a una tipologia di azienda in cui la produzione è a ciclo continuo. Per quel che riguarda il gas naturale, l'elevato consumo è dovuto alle grandi necessità termiche necessarie per l'asciugatura del foglio fibroso.

Ci soffermiamo, quindi, brevemente, sulle fasi di lavorazione della carta.

Il processo di fabbricazione della carta è basato sul drenaggio e la disidratazione.

L'impasto fibroso arriva in cassa d'afflusso con una consistenza che solitamente varia tra lo 0,2% e l'1% (2-10 gr di fibra per kg di acqua).

Per disidratare la carta da tutta l'acqua ci sono tre fasi importanti:

- il drenaggio, la prima di queste, che avviene sulla tavola piana tramite gravitazione, pulsazioni e vuoto; in questa fase l'impasto fibroso si disidrata fino al raggiungimento di circa il 20% - 30% di secco;
- la seconda avviene nella sezione presse, dove l'acqua viene rimossa per compressione meccanica aumentando il secco fino al 35% - 50%. Questo grado di secco, ovviamente, varia in base al numero di presse, alla distribuzione dei carichi ed alla tipologia di impasti fibrosi (nel nostro caso il secco della sezione presse varia dal 38% al 45%);
- la terza e ultima fase è l'asciugatura; in questa fase l'impasto fibroso entra nella seccheria dove, per evaporazione, viene rimossa l'acqua restante. L'azione di evaporazione è assicurata dallo scambio termico tra i cilindri essiccatori e la carta, e dalla suddivisione, nel migliore dei modi, dei cilindri essiccatori in gruppi termici, in modo da permettere un esatto scarico delle condense, che risulta nella configurazione di una corretta curva d'essiccamento della carta.

Come si evince facilmente l'ultima fase richiede la maggior quantità di impiego energetico; infatti, secondo alcune statistiche viene consumata, sotto forma termica, anche più del 50% dell'energia totale.

Andando ad analizzare con attenzione le tre fasi ci accorgiamo che esistono enormi e fondamentali correlazioni tra di esse dal momento che una non può essere efficiente ed efficace se la precedente non lo è. Questo è particolarmente evidente tra la fase due e tre poiché, spingendo con la disidratazione dell'impasto fibroso nella sezione presse e guadagnando quindi un punto percentuale di secco in ingresso alla seccheria è possibile guadagnare fino anche a un 5% di produzione.

Un alto secco prima dell'ingresso in seccheria è fondamentale anche per aumentare la resistenza del foglio e di conseguenza migliora la “runability” della macchina.

Abbiamo appena descritto in maniera approssimativa e rapida come nasce la carta e perché tutte le fasi di lavorazione sono importanti ora andiamo a introdurre quello che poi sarà l'argomento principale dell'elaborato cioè il drenaggio tramite il vuoto.

3. DI COSA TRATTIAMO E PERCHÈ

È intuitivo comprendere come, nel ciclo produttivo della cartiera, entri in gioco un'elevata quantità di acqua. Infatti, durante la fase di formazione del foglio, step di fondamentale importanza all'interno del processo produttivo, l'impasto fibroso all'interno della cassa d'afflusso è costituito per il 99.5% di acqua.

Una parte di quest'acqua viene drenata attraverso la tela di formazione semplicemente per effetto della gravità e grazie all'intervento di agenti chimici che lo facilitano, mentre un'altra parte più corposa è drenata attraverso l'utilizzo del vuoto. Questo drenaggio, prima "leggero" e poi particolarmente spinto attraverso il vuoto, e di conseguenza particolarmente dispendioso, permette all'impasto fibroso di arrivare alla zona delle presse con una sospensione fibrosa costituita per circa l'80% di acqua.

L'industria cartaria, essendo un'industria particolarmente energivora, ha imposto elevati standard in tema di produttività e di risparmio energetico in particolar modo nella fase di drenaggio. Ed infatti su questa linea si sviluppa il vasto potenziale di risparmio energetico che si cela dietro un corretto drenaggio in tavola piana, volto alla formazione del foglio. Questa fase, infatti, se gestita in maniera corretta può portare sia un aumento di produttività sia un importante risparmio energetico. Ma quest'aspetto è molto spesso trascurato e sottovalutato, rischiando, al contrario, di generare un aumento dei costi.

Per evitare di aumentare il dispendio bisogna gestire, quindi, con accuratezza e attenzione il livello di vuoto in modo da garantire la corretta e graduale estrazione dell'acqua dall'impasto fibroso. Infatti, un drenaggio troppo spinto e rapido potrebbe portare a una congelazione del foglio andando di conseguenza a causare un diminuzione delle caratteristiche meccaniche di trazione e lacerazione del prodotto finito mentre un drenaggio particolarmente lento potrebbe portare nella zona delle presse un livello di acqua troppo alto, andando, quindi, per definizione a ridurre il secco in ingresso alla zona presse, così da causare delle perdite di produttività dovute a una disidratazione del foglio non corretta.

Per questo motivo si è deciso di esporre attraverso questa tesina l'importanza della fase di drenaggio e soprattutto del vuoto all'interno del ciclo cartario. Verrà, quindi, trattato un caso studio durante la fase di esposizione che comprenda e dia modo di approfondire questa discussione

4. CHE COS'È IL VUOTO

Prima di definire cosa si intende per vuoto in ambito cartario e quelle che sono le terminologie corrette da utilizzare in questo ambito è bene conoscere il significato di pressione atmosferica.

La terra è circondata da strati di miscele di gas (atmosfera) che circondano il pianeta. L'atmosfera che circonda la terra ha un suo peso.

La pressione atmosferica è il rapporto tra pressione idrostatica esercitata dal peso della colonna d'aria e la superficie su cui grava. È proprio questa la grandezza con cui lavoriamo quando utilizziamo il vuoto. È una grandezza limitata: non si può aumentare la pressione atmosferica. Viene misurata nel sistema internazionale in pascal e con uno strumento di misura chiamato barometro.

Nel settore della tecnica il vuoto viene indicato come valore relativo; questo significa che la depressione viene indicata in relazione alla pressione atmosferica. Il valore del vuoto indicato è, quindi, preceduto da un segno negativo poiché la pressione atmosferica viene indicata, come punto di riferimento ed essa corrisponde a $1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg}$.

5. UTILIZZI DEL VUOTO IN CARTIERA

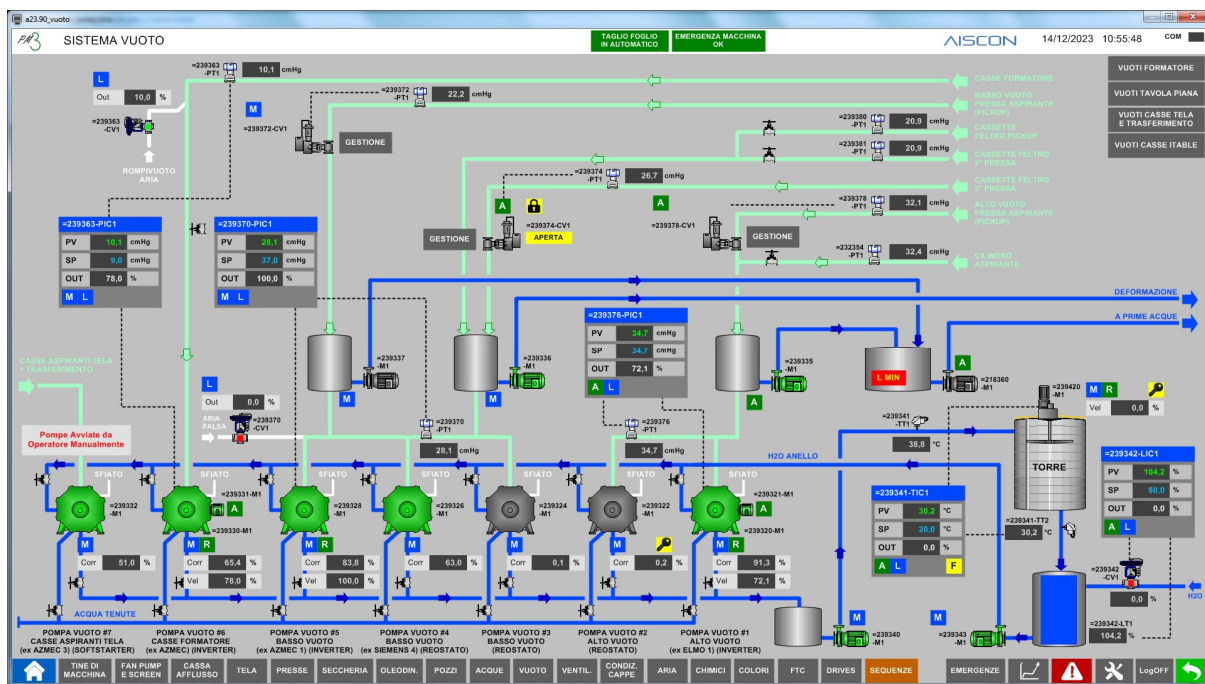
Nella prima fase di formazione del feltro fibroso, il vuoto svolge un ruolo fondamentale per il drenaggio del foglio.

All'uscita della cassa d'afflusso ci troviamo, infatti, con una densità che varia tra lo 0,4 e lo 0,9%, e dobbiamo entrare alle presse con un secco ideale del 25% circa. Il drenaggio sulla tavola piana viene dato da un insieme di fattori, prima tra questi la turbolenza, che viene data dai foils, dei listelli in ceramica che vanno ad incidere sulla tela di formazione, con diversi gradi di inclinazione in base alla turbolenza che vogliamo creare sopra alla tela di formazione.

Questa turbolenza non deve essere troppa, altrimenti causerebbe una errata formazione e speratura della carta, e nemmeno troppo poca altrimenti non riusciremmo ad ottenere un buon drenaggio.

Per aumentare l'efficacia dei foils, viene combinato a quest'ultimi l'utilizzo del vuoto; per cui oltre al drenaggio dato dalla turbolenza che si crea in essi, avviene anche un'aspirazione dell'acqua in eccesso tramite delle cassette aspiranti, ovverosia un insieme di foils in un sistema chiuso e sotto pressione che favorisce il drenaggio e la rimozione dell'acqua in eccesso.

Dopodichè, il vuoto viene utilizzato nel cilindro aspirante, che si trova alla fine della tavola piana, e nel pick-up; quest'ultimo mediante l'utilizzo dell'alto vuoto, preleva il foglio dalla tela di formazione e lo porta dentro alla sezione presse dove l'acqua in eccesso viene rimossa per schiacciamento, e si cerca di arrivare a un secco del 50-40% circa.



Ci sono due principali tipi di pompe che ci permettono di creare il vuoto, le pompe ad anello liquido, e le pompe turbosoffianti.

Vediamo ora le differenze.

6. LA STRUTTURA E FUNZIONAMENTO DELLE POMPE PER VUOTO AD ANELLO LIQUIDO

In una pompa ad anello liquido gas e vapori pompati vengono convogliati nella pompa motore attraverso lo scarico ed i collegamenti di ingresso. All'interno di uno spazio cilindrico troviamo una girante a pale che occupa una posizione lontana dal centro e il liquido operativo, sigillante o di servizio.

Il liquido di esercizio entra nel sistema mediante una porta dedicata e scaricato unitamente ai gas pompati attraverso la connessione di scarico.

Nel momento in cui la girante posizionata eccentricamente ruota genera una forza propulsiva che accelera e mette in moto anche il liquido presente: è in questo preciso istante che si crea "l'anello liquido".

La forza centrifuga generata fa in modo che anche l'anello liquido formatosi ruoti in modo concentrico all'interno dello spazio dove si trova, e in modo eccentrico rispetto alla girante.

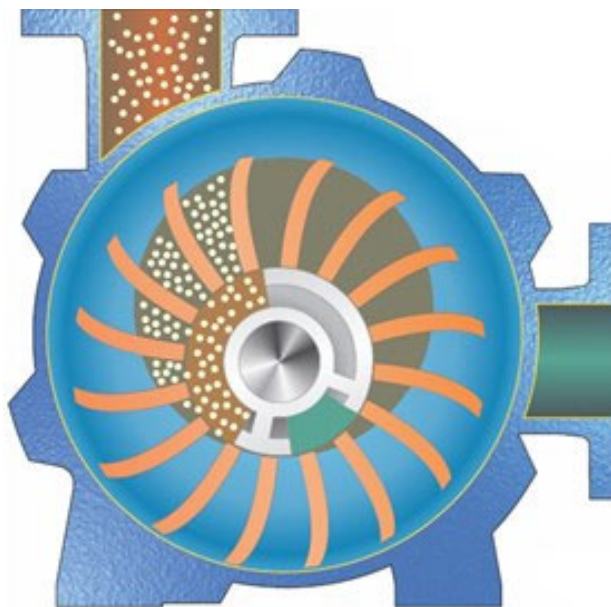
Il gas, situato nella camera presente tra l'anello liquido e le palette, viene aspirato attraverso la fessura di aspirazione e occupa uno spazio maggiore dal momento che la girante si trova in posizione eccentrica.

Questo maggiore spazio si riduce via via che la girante ruota e il gas viene compresso e scaricato attraverso l'apposita fessura: questa condizione fa in modo che la pompa da vuoto possa funzionare sia in presenza di anelli chiusi che aperti quando abbiamo di fatto un ricircolo dell'acqua.

Ogni volta che la girante esegue una rotazione completa si verificano una serie di circostanze:

- l'anello liquido riempie le celle della girante in quanto si trova vicino all'asse del rotore nel vertice superiore;
- la girante scende fino al punto in cui raggiunge il vertice inferiore;
- l'anello liquido mobile ricopre il ruolo di pistone durante l'aspirazione che si verifica nel corso della prima semi rotazione: l'aspirazione dei gas pompati in questo frangente fa crescere il volume delle celle;
- il liquido si muove verso il mozzo durante la seconda semi rotazione: questo riduce lo spazio nelle celle, favorisce la formazione di gas compressi che vengono scaricati a loro volta attraverso la porta di scarico.

In pratica, i gas vengono continuamente aspirati dalla porta di ingresso e successivamente compressi e scaricati dalla porta di scarico senza interruzioni.



Schema di una pompa ad anello liquido



Schema di una pompa turbosoffiante

7. LA STRUTTURA E IL FUNZIONAMENTO DELLE SOFFIANTI CENTRIFUGHE MULTISTADIO

Le soffianti centrifughe multistadio sono macchine rotanti che sfruttano la potenza dei loro motori elettrici per aumentare la velocità dell'aria o del gas che le attraversa. Servono a spostare aria e gas a una pressione desiderata per svolgere una funzione specifica e sono utilizzati in un'ampia gamma di settori.

La tecnologia delle soffianti multistadio è perfetta per una varietà di applicazioni di aria e gas che richiedono un trasferimento continuo e portate elevate. È adatto a processi che comportano la creazione di pressioni relativamente elevate da piccoli volumi di aria/gas. Le soffianti centrifughe multistadio consentono, inoltre, di modulare il flusso mantenendo una pressione costante.

Le soffianti sono tipicamente utilizzate nei processi con requisiti di pressione moderati. Le loro prestazioni di compressione si collocano a metà strada tra quelle dei ventilatori e quelle dei compressori.

L'uso della tecnologia centrifuga multistadio consente di raggiungere livelli di pressione superiori a quelli prodotti dalle soffianti a lobi e rigenerative. Le soffianti centrifughe multistadio sono dispositivi a volume costante. Ciò significa che a velocità costante trasferiscono un volume costante, anziché una massa costante di gas.

Tali soffiatori sono caratterizzati da una struttura semplice. I loro elementi principali sono l'alloggiamento del ventilatore, i condotti di ingresso e di uscita, il motore e l'albero motore e le ruote del ventilatore (giranti) con pale.

I soffiatori centrifughi multistadio sono durevoli e affidabili e richiedono solo una manutenzione e un'assistenza minime. Offrono una grande versatilità e flessibilità per quanto riguarda il loro campo di funzionamento. Il loro flusso d'aria costante e uniforme si traduce in risparmio energetico e funzionamento economico.

Le soffianti centrifughe multistadio generano una forza centrifuga che contribuisce ad accelerare il trasferimento e ad aumentare la pressione dell'aria o del gas in movimento attraverso il sistema.

Il meccanismo di azionamento fa ruotare le giranti. Può avere una configurazione diretta (le giranti e l'albero motore sono direttamente collegati) o indiretta (l'energia viene trasmessa attraverso una cinghia). La rotazione aspira l'aria o il gas dell'ambiente nell'ingresso. L'aria/gas viene quindi inviata attraverso l'alloggiamento canalizzato e scaricata attraverso l'uscita con un'angolazione diversa.

La forza centrifuga aumenta l'energia cinetica delle particelle di gas. Di conseguenza, escono dal sistema a una velocità molto più elevata di quella a cui sono entrati. A causa della resistenza offerta dagli elementi del sistema, l'aumento della velocità comporta un aumento della pressione. Si accumula quando l'aria/gas attraversa una serie di fasi. La velocità di trasferimento dell'aria o del gas attraverso il sistema dipende in larga misura dal tipo di ventola. Per soddisfare le esigenze di diversi tipi di applicazioni, vengono utilizzate diverse configurazioni di pale (come quelle curve in avanti, inclinate all'indietro e radiali).

8. CONCLUSIONE

All'interno di questo sintetico elaborato si è cercato di esporre in maniera semplice ma completa il funzionamento e l'importanza del vuoto all'interno del ciclo cartario.

A cosa esso serve e come è possibile produrlo.

Nell'esposizione orale verrà invece riportato un caso studio significativo e reale relativo a uno studio di fattibilità tra le diverse tipologie di impianti del vuoto.