

---

# LA MECCANICA INDUSTRIALE

ALL'ESPOSIZIONE DI PARIGI NEL 1889

Relazione dell'ing. prof. A. BOTTIGLIA

---

## Introduzione.

Sarebbe certamente troppa presunzione da parte mia se, nell'adempire all'onorevole incarico affidatomi, pretendessi stendere una relazione completa sulla meccanica industriale all'Esposizione del 1889.

Con uno studio, sebbene diligente, di poco più di 20 giorni non è possibile, anche con forze superiori alle mie, passare in rassegna tutto quanto, alla mostra di Parigi, riguardava la meccanica industriale. — Questa dichiarazione è per me tanto più necessaria inquantochè fui costretto a rinunciare a prender note, a pena di vedermi strappar di mano il libro dei miei pochi innocenti appunti. — Quello che riferisco è il frutto di impressioni e di osservazioni che ritenni dalle mie visite alle macchine e che scrissi fuori del recinto dell'Esposizione; quindi restano spiegate e nel tempo stesso scusate, quelle inesattezze nelle quali fossi per avventura caduto. Devo però alla cortesia personale di alcuni Espositori se per talune macchine

potrei avere spiegazioni e dati che mi riuscirono sommamente utili. A questi industriali esprimo la mia viva gratitudine.

L'esposizione francese del 1889, sebbene universale, non può considerarsi come la manifestazione della potenza industriale di tutti i popoli.

Se si eccettuano la Svizzera ed il Belgio abbastanza largamente rappresentati, l'Esposizione, rispetto alla meccanica industriale, ci indica unicamente il progresso conseguito dalla Francia. Le altre nazioni o non presero parte all'Esposizione, o se parteciparono come l'Inghilterra e gli Stati Uniti, lo fecero in tali angusti limiti che certamente ciò non vale a dare un'idea esatta dello stato in cui si trova oggidì l'industria delle macchine presso quelle nazioni.

La presente relazione quindi, anzichè riguardare in generale lo stato attuale della meccanica industriale, deve piuttosto ritenere come un esame delle sue condizioni odierne e dei progressi raggiunti in Francia.

Certamente la Francia nelle lotte della industria tiene sempre uno dei primi posti, per cui, anche ridotto a questi limiti, il mio compito non cesserebbe d'essere difficile e vasto, eccedente il tempo e i limiti concessi per una relazione

Egli è per questi motivi che restringerò il mio studio a quella parte della meccanica industriale che riflette: *i generatori di vapore, le macchine motrici a vapore, a gas, a petrolio, a vento, le macchine idrauliche, le costruzioni di macchine*. Ad altri miei egregi colleghi, trattare e svolgere le altre parti.

Tengo infine a dichiarare che la presente relazione, più che altro, ha per oggetto di far rilevare quali progressi, nelle macchine sovraccitate, siansi ottenuti dopo l'Esposizione Internazionale del 1878.

---

I.

**Generatori di vapore.**

L'esposizione del 1889 segna un trionfo completo ed incontrastato delle caldaie multitubolari.

Già alla mostra del 1878 questi generatori coi tipi di Belleville, De Nayer, Schmidt, Bourg e Mac-Nicol, furono giustamente apprezzati e riconosciuti particolarmente utili alla grande industria. Da quell'epoca l'uso di questi generatori si estese sempre più, ed all'Esposizione del 1889 si può dire fossero le caldaie a vapore esclusivamente adottate.

Oltre quelle di Belleville e De-Nayer vi funzionavano le caldaie di Babcock e Wilcox, Collet, Terme e Deharbe, Lagosse e Bouché, Roser, Lacroix (Maniguet), Montupet, Root, provvedendo il vapore per alimentare le motrici della grande galleria delle macchine, le motrici per l'illuminazione elettrica e quelle del sindacato degli Elettricisti, le motrici per il servizio idraulico e per gli elevatori.

Per tutto il tempo dell'Esposizione queste caldaie furono in pressochè continuo funzionamento, senza che si verificassero inconvenienti o si dimostrassero impari al loro ufficio. Furono una prova dell'insussistenza dei timori che ancora si avevano sulla loro applicazione, e persuasero ognuno come esse possano rendere reali ed importanti servizi alla grande industria.

Le ragioni per le quali, dopo 40 anni di studi e perfezionamenti, vennero finalmente accettate le caldaie a piccoli elementi sono parecchie.

Anzitutto per il progressivo sviluppo delle industrie e per le nuove esigenze delle applicazioni elettriche si fu costretti ad accrescere la potenza delle motrici e quindi a ricorrere a generatori i quali, con un volume relativamente limitato avessero una produzione di vapore considerevole.

In secondo luogo, per la migliore e più conveniente trasformazione del calore in lavoro, i costruttori di motrici furono indotti ad impiegare vapore a pressione sempre più elevata.

Queste condizioni, cioè: provvedere vapore ad alta pressione, in grande quantità, senza fare impianti richiedenti spazio e spese eccessive, sono completamente soddisfatte dalle caldaie tubolari moderne. Ciò spiega il loro successo all'Esposizione di Parigi, ove in sommo grado si aveva bisogno di soddisfare alle condizioni sovra accennate.

Oggidì le caldaie moltitubolari sono in grado di somministrare, in media, da 15 a 20 kg. di vapore saturo, alla pressione di 10 kg., per ogni mq. di superficie riscaldata ed ora, e kg. 8 a 10 dello stesso vapore per ogni kg. di litantrace consumato.

Non è quindi più il caso di occuparsi, in questa relazione, dei vantaggi e della convenienza di adottare le caldaie a piccoli elementi per le medie e grandi produzioni di vapore, ma di esaminare se i perfezionamenti introdotti e le disposizioni attuate oggidì dai diversi costruttori soddisfano a determinate condizioni dalle quali dipendono taluni inconvenienti che per l'addietro ebbero a verificarsi in queste caldaie.

Queste condizioni riguardano la manutenzione, la durata, la stabilità e sicurezza, la regolarità di funzionamento, il grado d'umidità del vapore.

È necessario che la caldaia abbia un grande serbatoio d'acqua, sia facilmente accessibile in tutte le sue parti, per cui si possa procedere alle riparazioni occorrenti ed alle operazioni di pulizia e di ricambio; vuolsi che tutte le parti, specialmente quelle esposte all'azione dei gas caldi, abbiano libera dilatazione e siano facilmente smontabili; richiedesi che l'acqua circoli celeremente e continuamente in contatto della superficie di riscaldamento, ed il vapore, di mano in mano che si forma, possa passare rapidamente, senza incontrare resistenze, nella camera di vapore; importa che non sieno esposte all'azione diretta delle fiamme le unioni, i gomiti ed i raccordi dei diversi elementi della caldaia.

Le caldaie tubolari dell'Esposizione, in massima soddisfacevano tutte a queste prescrizioni; son note quelle di De-Nayer, Wilcox e Belleville; richiamo quindi l'attenzione su quelle di Terme e Deharbe, Lagosse e Bouché, Pressard, Lacroix, Roser e Collet-

Nella caldaia Terme e Deharbe debesi notare la forma e disposizione degli elementi tubolari. Ciascun elemento è costituito da tre tubi, disposti secondo i tre spigoli di una piramide triangolare; questi tubi, ad un'estremità, fanno capo ad una cassa parallelepipedica la quale è comune a tutti gli elementi di uno stesso gruppo; all'altra estremità sono in comunicazione fra loro mediante raccordamenti. Due tubi sono in ascesa verso la cassa ed uno in discesa.

Con questa disposizione l'acqua, dal corpo cilindrico sovrastante passa nel collettore, attraversa i due tubi in ascesa del primo elemento, e ritorna indietro pel tubo di discesa, mentre il vapore che si forma si porta nella cassa, donde poi alla camera di vapore del corpo cilindrico. Le unioni delle estremità dei tubi fra loro ed alla cassa non sono esposte all'azione del fuoco, e sono così fatte da permettere ai tubi piccole variazioni di inclinazione senza che ne soffra l'ermeticità.

Lagosse e Bouché per assicurare il facile e pronto passaggio del vapore nel corpo cilindrico sovrastante non impiegano la cassa parallelepipedica collettrice, ma dànno molta inclinazione ai tubi, costituiscono gli elementi di soli due tubi in comunicazione alle estremità mediante raccordi, e sostituiscono alla cassa due collettori cilindrici orizzontali, l'uno immediatamente superiore al primo elemento, e l'altro sopra l'ultimo elemento. Entrambi questi collettori sono in comunicazione diretta col corpo cilindrico della caldaia sovrastante. Gli elementi più bassi essendo quelli nei quali la circolazione dell'acqua si fa più rapida e maggiore è la produzione di vapore, funzionano indipendentemente da quelli sovrastanti per cui il vapore in essi prodotto passa, senza incontrare resistenze, nella rispettiva camera. Questa caldaia ha il pregio di presentare tutte le dilatazioni libere, di avere facili il ricambio e la pulizia degli elementi; è però di costruzione costosa.

Pressard, appunto per tener conto della maggior vaporizzazione che presentano gli elementi inferiori e nel tempo stesso ottenere una caldaia di poco costo, compone gli elementi di due tubi, tutti fissati per una estremità ad una medesima cassa parallelepipedica ed all'altra estremità in comunicazione

fra loro due a due. Ai tubi del primo elemento, inferiore, dà un diametro quasi doppio di quello degli altri.

Lacroix, Roser, Montupet, ottengono la rapida circolazione dell'acqua e del vapore costruendo le loro caldaie di tante serie di tubi disposte in colonne verticali, facenti capo ad entrambe le estremità ad una cassa parallelepipedica. Queste casse, in ferro fucinato e saldato, sono in comunicazione l'una col tubo collettore che porta il miscuglio di vapore e d'acqua calda nel corpo cilindrico, l'altra col tubo epuratore sottostante; di fronte a ciascun tubo un foro, chiuso con tappo conico dall'interno verso l'esterno, permette la pulizia degli elementi.

In queste caldaie se è meno libera la dilatazione dei tubi, è certo però che l'impiego delle due casse favorisce ed assicura la circolazione dell'acqua e del vapore. Richiedono per altra parte una costruzione accurata ed un materiale ottimo.

Rispetto alla caldaia Lacroix occorre aggiungere che la medesima presenta, a parità di spazio occupato, la maggior superficie di riscaldamento. Difatti i suoi elementi bollitori sono formati di due parti, l'una ad un sol tubo del diametro di 160 mm., e l'altra a quattro tubi del diametro di 45 mm.

In tutte le caldaie precedentemente accennate, ad eccezione di quella di Pressard, la circolazione dell'acqua si fa nel modo seguente: l'acqua, mediante tubi verticali passa nel recipiente cilindrico epuratore posto al punto più basso dei bollitori, poscia sale nei bollitori stessi, indi nella camera d'acqua e di vapore.

È precisamente questa circolazione dell'acqua che impedisce ogni incrostazione dei bollitori, evita ogni arresto di bolle di vapore e conserva eguale la temperatura in tutti i punti delle caldaie. Raggiunge lo stesso scopo, ma con una circolazione diversa dalle precedenti, la caldaia Collet. In essa i tubi sono disposti in serie verticali, liberi ad un'estremità, e fissati all'altra estremità ad una cassa la quale fa l'ufficio di due casse distinte. A tale effetto ciascuno elemento è costituito di due tubi, l'uno interno all'altro, tenuti fissi alla cassa mediante un tirante; la cassa è divisa verticalmente, da un diaframma, in due scompartimenti. Ad uno di questi scompartimenti mettono capo i tubi esterni di ciascun elemento, all'altro i tubi

interni L'acqua del serbatoio trasversale sovrastante passa in uno di questi scompartimenti, percorre i tubi interni di ciascun bollitore, e ritorna indietro passando per l'intervallo compreso fra questi tubi e quelli esterni, incontra l'altro scompartimento donde se ne va al corpo cilindrico della caldaia, portando con sè il vapore generato nei tubi esterni che ricevono l'azione diretta delle fiamme.

La circolazione adunque è fatta con due correnti parallele e di verso opposto.

Questa caldaia per concetto è forse la migliore dell'Esposizione, perchè: divide la massa liquida a vaporizzarsi e la porta in contatto di una grande superficie di riscaldamento, — ottiene una circolazione rapida ed attiva, — permette al vapore di portarsi, di mano in mano che si forma, nella rispettiva camera, — lascia libera la dilatazione dei tubi.

Rispetto al grado di umidità del vapore osserverò che pel modo stesso di funzionamento di queste caldaie a rapida circolazione, il vapore trascina sempre con sè una rispettabile quantità d'acqua. Per eliminare questi difetti molti costruttori, come Roser, Terme e Deharbe, adottarono semplicemente una grande camera di vapore, fuori del contatto dei gas caldi, provvista di un duomo di presa elevato e di grande capacità. Altri come Collet, Pressard, Lagosse e Bouché, ricorsero ai tubi sovrariscaldatori del vapore, utilizzando i gas caldi, prima che questi passino al camino.

Migliore però è la disposizione adottata nella caldaia Maniguet costrutta da Lacroix, la quale evita il vapore sovrariscaldato che sempre danneggia gli organi che ricevono la sua diretta azione.

Il vapore, preso alla parte superiore del duomo, attraversa dapprima un regolatore di pressione, poscia passa alla parte inferiore di un gran tubo inclinato, posto nell'interno della caldaia. All'estremità di questo tubo è applicato un altro tubo sul quale trovasi il robinetto di presa.

Il miscuglio d'acqua e di vapore viene dapprima laminato dalla valvola del regolatore, ed una parte dell'acqua trascinata si separa; poscia, giungendo nel gran tubo, per la diminuzione

forte di velocità che subisce il miscuglio, le molecole d'acqua si separano, ma incontrando le pareti del tubo ad una temperatura superiore a quella corrispondente alla pressione, esse si vaporizzano. Insomma in questo apparecchio succede un fenomeno analogo a quello che avviene nei cilindri a camicia di vapore delle macchine a vapore.

Prima di lasciare questo argomento delle caldaie credo opportuno accennare ancora ad un tipo speciale e di speciale applicazione.

È il generatore a vapore, a circolazione rapidissima e produzione istantanea, di Serpollet.

Il Governo Francese con deliberazione del 24 ottobre 1888 ne autorizzò l'uso senza l'applicazione del manometro e dell'indicatore del livello d'acqua.

In questo generatore si fa passare un filo d'acqua di pochi mm. di diametro, in un tubo di rame fucinato e saldato, di grandissimo spessore (fra 10 e 25 mm.), disposto a spirale conica e collocato direttamente nella camera di combustione di un focolaio. Questo tubo viene portato a temperatura elevatissima, e mediante una pompa si fa passare nel suo interno, a grandissima velocità, l'acqua da vaporizzarsi.

Proporzionando convenientemente il diametro interno del tubo colla sua lunghezza, colla capacità del focolaio e colla portata della pompa, si ottiene che l'acqua introdotta da una estremità si raccolga all'altra estremità allo stato di vapore.

Il grande spessore del tubo, la sua accurata costruzione ed il funzionamento regolare della pompa e del focolaio assicurano una sufficiente costanza nella pressione. Per altra parte la massa d'acqua che attraversa il generatore è così esigua che, avvenendo anche un colpo di fuoco sul serpentino, non sono a temersi gravi conseguenze. Questo generatore a serpentino può avere un'utile applicazione nella piccola industria per mettere in moto i così detti motori domestici.

## II.

### Motori a vapore.

Non farò uno studio particolare delle motrici esposte; ciò spetta alle pubblicazioni tecniche speciali. Bensì considererò lo stato attuale delle motrici prese nel loro insieme, esaminerò ed indicherò le tendenze che prevalgono oggidì fra i costruttori e gli ingegneri, dedurrò qual sia la via che il concorso di Parigi dimostrò doversi seguire per l'avvenire.

Nessuna scoperta fondamentale, nessuna innovazione importante si riscontra nelle macchine a vapore che funzionavano all'Esposizione del 1889.

Quasi tutte le motrici, specialmente per quanto riguarda il funzionamento del vapore, appartengono a tipi già conosciuti. Vennero bensì apportati perfezionamenti, ma questi furono rivolti ai particolari. Salve poche eccezioni si può dire che la maggior parte delle macchine a vapore valgono a provare, più che altro, l'abilità del costruttore ed il grado di perfezione a cui si è giunti nell'esecuzione di queste macchine.

Nullameno l'Esposizione del 1889 è feconda di utili ammaestramenti in quanto che essa porge mezzo di conoscere quali sieno i sistemi di motrici a vapore che il crescente sviluppo dell'industria, le esigenze delle nuove applicazioni e l'esperienza hanno dimostrato doversi preferire.

A quest'effetto gioverà fare un esame sommario delle motrici esposte e funzionanti.

Dividerò queste motrici in cinque grandi gruppi a seconda del modo di funzionare degli organi di distribuzione, cioè:

- a) Motrici con distribuzione a scatto;
- b) Motrici con distribuzione a cassetto ed eccentrico fisso;
- c) Motrici a grande velocità con eccentrico variabile;
- d) Motrici a distribuzione rotativa;
- e) Motrici rotative.

a) *Motrici con distribuzione a scatto.* — Mentre all'Esposizione del 1878 le macchine cosiddette tipo Corliss e derivati

erano in grande maggioranza, e coi nomi di Harris, Brüner, Weise, Wheelock, Wood, Béde e Farcot, Brown, Collmann, Nolet, Zimmermann, Quillacq, Cail, Sulzer e tanti altri formavano il tipo caratteristico delle motrici d'allora, oggidì, ed all'Esposizione del 1889, le cose sono alquanto cambiate.

Sonvi ancora le grandi motrici a scatto ma in numero assai limitato per quantità e per varietà di disposizione, talchè a produrre la forza motrice per la grande galleria delle macchine vi concorrevano, si può dire in numero uguale, le motrici a scatto e quelle di altri sistemi.

Giudicando dal complesso delle macchine funzionanti o semplicemente esposte risulterebbe che la macchina a scatto, con distribuzione a robinetti o con valvole, dal 1878 in poi non ha guadagnato terreno ed invece, per le moderne applicazioni elettriche, le quali richiedono grandi velocità, si è in parte riabilitata la distribuzione a cassetto.

Inoltre l'Esposizione del 1889 ha dimostrato, fra le stesse distribuzioni a scatto, una spiccata preferenza per quelle con otturatore Corliss, o meglio a piastra traforata, perchè con esse ottiensi un funzionamento più veloce, una più facile manutenzione ed una maggior durata della macchina. Fatta eccezione della motrice Burckardt e C<sup>a</sup> di Basilea, nella quale le valvole sono comandate dalla distribuzione Collmann, le motrici in azione con valvole a scatto si riducevano a tre compound: quella di Carels Frères di Gand, quella della Società di costruzione di macchine di Basilea, e quella dei fratelli Sulzer di Winterthur. Oltre a due altre di Windsor e della Compagnia di costruzioni meccaniche di Fives-Lille, nella prima delle quali l'introduzione si ottiene con valvole e la scarica con piastre traforate, mentre le cose si invertono per l'altra macchina ove l'introduzione è ottenuta da robinetti e la scarica da valvole.

Le motrici invece del tipo Corliss od a piastre, in attività, erano in numero assai maggiore, coi sistemi di J. Farcot, Wheelock, Frikart, Powell, Schneider e Brown.

Per la loro importanza tenevano il primo posto; quindi mi occuperò anzitutto di queste ultime macchine.

La motrice a vapore orizzontale, a condensazione ed a quattro distributori, di Farcot, è a tutti nota. Questo distinto ingegnere ed abile costruttore francese modificò il sistema Corliss: 1° ponendo i robinetti di distribuzione nei due coperchi del cilindro, riducendo così gli spazi nocivi dal 3 all'1 0/10 della corsa; 2° introducendo, nella camicia, vapore proveniente direttamente dalla caldaia e rinnovantesi ad ogni colpo di stantuffo; 3° facendo dipendere dal regolatore la variazione dell'introduzione da 0 fino agli 8,10 della corsa; 4° sostituendo alle molle che agiscono sugli otturatori d'introduzione, un cuscinio di vapore.

Due di queste macchine di cui una di 200 HP e l'altra colossale di 1200 HP, somministravano forza motrice nella galleria delle macchine.

La distribuzione Wheelock è anche nota fin dall'Esposizione del 1878; quella però di quest'anno, applicata da Quillacq alle macchine che funzionavano nella pila sud della torre Eiffel, sul Lungo Senna, e nella galleria delle macchine, presenta una innovazione di qualche rilievo.

Le antiche distribuzioni Wheelock avevano i quattro distributori cilindrici posti alla parte inferiore del cilindro motore; la modificazione consiste nell'aver sostituito agli otturatori cilindrici le piastre traforate di cui quelle di scarica sono situate quasi nei coperchi del cilindro motore (1).

A chi conosce quali difficoltà pratiche presentano gli otturatori Corliss non sfugge l'importanza di questa modificazione. Difatti con essa si è resa la macchina di più facile montaggio ed aggiustaggio, di maggior durata e velocità e di minor costo. Questa macchina può far variare l'introduzione da 0 a 7/8 con tutta facilità in grazia della sensibilità e semplicità degli organi di distribuzione.

La distribuzione Frikart è la prima volta che si presenta a Parigi; venne applicata alle macchine compound costrutte dalla

(1) *Revue Industrielle*, 1889. *Publication industrielle d'Armengaud*. Vol. 32.

*Société Alsacienne de constructions mécaniques*, e da Escher Wyss di Zurigo (1).

La posizione e disposizione degli otturatori è come nel tipo Ingliss, cioè la sbarra dell'eccentrico imprime un moto rotatorio ad una piccola piastra posta a metà lunghezza del cilindro, la quale, mediante quattro bracci a cui si collegano quattro bielle, agisce sugli otturatori. Lo scatto è ottenuto, come nel tipo Cail, da un nottolino il quale, sotto l'azione combinata del regolatore e dell'asta dell'eccentrico, abbandona a tempo debito il dente di cui è provvisto il prolungamento della manovella applicata all'asse dell'otturatore. Ciascun nottolino va ad attaccarsi ad un braccio di leva fisso per una estremità al cilindro, e collegato a snodo all'altra estremità coll'asta dell'eccentrico. Il punto d'unione di ciascun tirante col braccio di leva varia di posizione sotto l'azione del regolatore, il quale perciò farà variare il movimento dei nottolini e quindi l'istante dello scatto. Gli otturatori hanno la forma di quattro gusci cilindrici di cui quelli diametralmente opposti sono in comunicazione fra loro; essi risultano perfettamente equilibrati.

Questa distribuzione è rimarchevole per la grande sensibilità; un piccolissimo spostamento del regolatore produce tosto il suo effetto sullo scatto. L'introduzione può raggiungere gli 8/10.

La distribuzione Brown, annessa alle macchine della Casa Americana omonima di Fitchburg, ha anch'essa i quattro otturatori a piastre traforate; quelle per l'introduzione, verticali, su un fianco del cilindro, e con movimento a scatto prodotto dal regolatore; quelle per la scarica disposte orizzontali sotto al cilindro. Questa distribuzione figurava già all'Esposizione del 1878 (2).

La distribuzione della motrice doppia compound ed a condensazione di T. Powell, è nuova pel congegno che promuove lo scatto degli otturatori. Il regolatore sposta dei cunei il cui filo è a denti di sega, e contro il quale viene ad appoggiarsi

(1) *Les machines à vapeur à l'Exposition* di L. CAMUT, editeur à Paris, 1889.

(2) UHLAND — *Die Corliss und ventil Dampfmaschinen*. 1879.

l'estremità dell'asta che comanda lo scatto. Variando la posizione dei cunei cambia l'istante dello scatto.

La macchina Schneider, è costrutta secondo l'ultimo tipo 1885 di Corliss, ad un sol cilindro ed a condensazione. Disegnata con forma elegante era fra le più ammirate per l'accurata costruzione. Nulla tuttavia di rimarchevole sotto l'aspetto della novità (1).

Venendo ora a considerare le motrici con *valvole* a scatto, dirò che la distribuzione era fatta col sistema oramai universalmente conosciuto di Sulzer, tanto per la macchina compound di questo nome che per la macchina dei Fratelli Carels.

Una modificazione utile specialmente per la manutenzione e durata della macchina venne introdotta a questo sistema dalla Società di costruzione di macchine di Basilea, sostituendo alle valvole di scarica dei cassettei traforati.

Non credo di arrestarmi a parlare di questo sistema di distribuzione perchè da tutti conosciuto; piuttosto dirò qualche cosa sulla macchina orizzontale a triplice espansione che la Casa Sulzer faceva funzionare a vuoto nella Galleria delle macchine.

Il vantaggio della triplice espansione, ed in generale delle espansioni successive in cilindri distinti dipende essenzialmente da due cause, una teorica e l'altra pratica.

La causa teorica è quella di potere, con successive espansioni, ottenere che lo scarto di temperatura in ciascun cilindro fra il vapore che entra e quello che esce sia piccolo; ciò fa sì che il vapore risenta molto meno l'influenza delle pareti, e la sua curva d'espansione risulti molto più elevata anche quando l'espansione totale che avviene nel complesso dei cilindri è grandissima.

La causa pratica risiede nel fatto che le fughe di vapore non sono in pura perdita come avviene nelle macchine ad un solo cilindro; essendovi più cilindri d'espansione, sono in perdita le sole fughe dell'ultimo cilindro, ma queste sono molto

(1) *Les machines à vapeur à l'Exposition*. L. Camut, Editeur. Paris.

meno facili per la diminuita pressione e di gran lunga meno dannose.

La triplice e la quadruplica espansione hanno poi ancora il vantaggio di permettere l'impiego di vapore ad altissima pressione, cosa che si ha tutta la convenienza di fare.

La motrice orizzontale, a triplice espansione e condensazione di Sulzer, è semplicissima. Sono tre cilindri, disposti l'uno sul prolungamento dell'altro, parallelamente ai quali corre l'albero della distribuzione come nelle macchine a due cilindri della stessa Casa. Nel cilindro piccolo, che è quello più lontano dall'albero motore, si fa l'introduzione del vapore a 10 atm. di pressione; di qui il fluido passa dapprima nel terzo e poi nel secondo cilindro. Il sistema di distribuzione è quello ultimo a scatto di Sulzer così applicato che le valvole dei due grandi cilindri d'espansione sono comandati da eccentrici fissi, mentre la valvo'a unica d'introduzione del cilindro piccolo, che è a semplice effetto, risente, per mezzo dello scatto, l'azione del regolatore.

Dalla camera del cilindro piccolo il vapore passa nella camera posteriore del terzo cilindro, poscia sulla faccia anteriore dello stantuffo del secondo grande cilindro, indi al condensatore, ottenendo così eguale il lavoro complessivo raccolto su tutti gli stantuffi tanto nell'andata che nel ritorno. Questa macchina consuma chg. 5,300 di vapore per cavallo-ora indicato.

Per quanto riguarda il sistema misto a valvola e robinetti di Windsor è degna di menzione la semplicità del meccanismo di scatto, sistema Proell, delle valvole d'introduzione. Al collare del regolatore che si eleva sopra il mezzo del cilindro si attaccano le estremità di due leve le quali all'altra estremità portano il dente che deve promuovere lo scatto delle valvole. A seconda della velocità della macchina varia la posizione del collare e quindi del dente per lo scatto.

Dalla precedente rapida rassegna, e dal riflesso che Quillacq, Escher Wyss, ed altri, i quali nel 1878 avevano motori con distribuzione a valvole, si presentarono nel 1889 con macchine aventi otturatori cilindrici od a piastra, risulta evidente la tendenza dei costruttori moderni a preferire il sistema Corliss, con otturatori cilindrici, o meglio con piastre traforate.

b) *Motrici con distribuzione a cassetto ed eccentrico fisso.* — Feci già notare che l'Esposizione del 1889, in fatto di motrici a vapore segna una riabilitazione, in parte, del cassetto. Questo si verifica non solo per le macchine di grande velocità ma anche per quelle di velocità ordinaria. Lo provano le grandi motrici della Società *Le Phoenix* (Belgio), della *Compagnie de l'Horme* (Loire), dei signori Davey, Paxmann che somministravano lavoro motore alle macchine della grande galleria.

Per le motrici a grande velocità si hanno i tipi di Farcot, della *Société Alsacienne*, di Sautter et Lemonnier, di Escher Wyss, ecc. (1).

Il motore della Società *Le Phoenix* è orizzontale, compound a condensazione, della forza di 400 HP, con distribuzione sistema Hertay ed inviluppo a circolazione di vapore (2). Questa macchina figurava già all'Esposizione di Anversa.

La distribuzione si può considerare come una combinazione dei due sistemi Mayer e Farcot. Nel sistema Mayer riesce difficile agire col regolatore, specialmente per le potenti motrici, sul registro d'espansione; nel sistema Farcot non si ottiene un'introduzione oltre la metà corsa dello stantuffo, gli organi d'arresto del registro sono inaccessibili, e colle grandi velocità è incerta l'azione dei registri di espansione.

Col sistema Hertay si ripara a questi inconvenienti. I registri d'espansione, posti come i cassettei in due camere separate, sono provvisti di gambo il quale viene ad attraversare un telaio rettangolare collocato esternamente e fra le due camere della distribuzione. L'estremità dei gambi accennati è provvista di un cuneo rettangolare, e fra i piani inclinati di questi cunei si inserisce un terzo cuneo dipendente dall'azione del regolatore.

A seconda della posizione di quest'ultimo cuneo, e sul riflesso che i gambi dei registri possono scorrere dolcemente

(1) *Les Machines à vapeur à l'Exposition.* L. Camut.

(2) *The Engineer*, febbraio 1889. — *Publication Industrielle*, Armengaud, 1888. — *Praktische Maschinen Constructeur.* Uhland, 1885.

nei lati del telaio che attraversano, varia l'istante in cui detti registri chiudono l'arrivo del vapore, e quindi varia il grado di espansione.

Il movimento dei registri di espansione si facilita sottoponendo alla pressione del vapore di scarica una parte convenientemente calcolata della loro superficie.

Il cilindro grande presenta la stessa distribuzione, colla differenza però che il cuneo viene regolato a mano mercè un volantino.

La *Compagnie de l'Hôrme*, nel 1878 aveva motrici con valvole applicate ai due coperchi del cilindro. Abbandonò questo sistema, e nel 1889 ci presenta una macchina compound, con distribuzione a cassette, sistema Bonjour.

In questo sistema l'espansione nel piccolo cilindro si regola con cassetto e registro cilindrico equilibrato, entrambi comandati dal rispettivo eccentrico fisso, ma coll'interposizione fra l'asta del registro ed il gambo del rispettivo eccentrico di un glifo circolare. Questo glifo, oscillante attorno ad un suo estremo, è sostenuto dall'intelaiatura della macchina ed è attaccato, all'altra estremità, all'asta dell'eccentrico che comanda il cassetto propriamente detto. Il cilindro grande ha il cassetto comandato da un eccentrico fisso, al modo ordinario (1).

La distribuzione Davey, Paxmann, applicata alla motrice compound costruita da questa Casa, non si può dire nuova. Il cilindro grande ha il cassetto comandato da un eccentrico fisso, il cilindro piccolo ha il cassetto mosso da un eccentrico fisso ed il registro comandato da un glifo circolare interposto fra l'asta del registro e quella dell'eccentrico. Differisce questa distribuzione dalla precedente nell'essere il settore mobile sotto l'azione del regolatore, mentre nella disposizione Bonjour il glifo è fisso e si trasporta l'asta dell'eccentrico che comanda il registro.

Un'altra caratteristica della mostra del 1889 è quella che riguarda il tipo delle motrici a vapore a gran velocità (oltre 180 giri al primo e con velocità dello stantuffo sino a 4 metri) destinate agli impianti elettrici.

(1) *Les machines à vapeur à l'Exposition*. L. Camut.

Quasi tutti i costruttori hanno scelto il tipo delle macchine marine *à pylon*, con distribuzione a cassettei.

Oramai le macchine di marina hanno fatto con successo il loro ingresso nell'industria; importanti applicazioni, come per esempio quella per l'illuminazione elettrica di una parte della città di Parigi, lo attestano.

Fra le motrici a gran velocità ad eccentrico fisso tengono il primo posto, nella galleria delle macchine, le motrici Farcot. Sono motrici compound della forza di 100 a 150 HP, oppure a tripla espansione, della forza di 200 e più HP, con relativo servo motore.

I cilindri, disposti in alto parallelamente l'uno all'altro, dànno moto all'albero sottostante il quale porta gli eccentrici che comandano i cassettei del cilindro (compound) o dei cilindri (triplice) d'espansione e del piccolo cilindro.

Questo cilindro piccolo è poi anche provvisto del registro di espansione il quale riceve il moto da un settore comandato da un eccentrico; è, in una parola, la distribuzione del genere di quella di Solms. Perchè il regolatore possa poi agire efficacemente sul settore e quindi sul grado d'introduzione del vapore, Farcot applica il suo servo motore già noto, ma ora modificato nel senso di ricavare la sua forza motrice non dal vapore ma dall'acqua posta in pressione dal vapore stesso, ottenendo così maggior regolarità qualunque sia la velocità della motrice. Queste macchine possono fare da 300 a 500 giri al primo (1).

Le altre motrici ad eccentrico fisso sono nella forma pressochè eguali; differiscono pel modo di far variare l'espansione, ma senza che vi sia un concetto od una disposizione veramente nuova.

Così nella motrice di Escher-Wyss ad un sol cilindro, si hanno semplicemente due cassettei sovrapposti comandati da due eccentrici; in altre compound si ha la distribuzione Mayer oppure quella di Rider (motrice Burkardt), ed il regolatore agisce direttamente sull'asta che comanda il registro d'espansione.

(1) *Les machines à vapeur à l'Exposition*. L. Camut, Paris.

sione; in altre infine il registro d'espansione è composto di due stantuffi che vengono spostati dall'azione del regolatore.

c) *Motrici a cassetti ed eccentrico variabile.* — Ma il numero maggiore di motrici a vapore a grande velocità, del tipo à *pilon*, aveva la distribuzione a cassetti con eccentrico mobile per l'espansione. In tutte poi la mobilità e variabilità di questo eccentrico si ottiene mercè un regolatore energico così detto americano (1), applicato al volante, col quale ha comune la rotazione.

Questo regolatore consiste in una leva di prima specie il cui perno fa parte di uno dei bracci del volante; ad un'estremità della leva si attacca la piastra dell'eccentrico, mentre l'altra estremità, provvista di un contrappeso è collegata ad una molla a balestra, oppure ad elica, fissa anch'essa al volante. Soventi volte, perchè il volante risulti equilibrato e non produca sulla macchina vibrazioni ed oscillazioni causate dalla grande velocità, si fanno due bracci di leva con due contrappesi simmetricamente disposti rispetto un diametro del volante.

È chiaro che si possono proporzionare le diverse parti per modo che la forza centrifuga del contrappeso sia capace, per una data velocità, di far rotare i bracci stessi e così spostare le piastre d'eccentrico, variando il grado d'introduzione e di compressione del vapore. Questo regolatore fa quindi l'ufficio di freno e di regolatore ordinario.

In generale queste macchine, per motivi di spazio e di stabilità, sono provviste di due volanti. Si ammiravano al Campo di Marte quelle di Oerlikon, Weyher e Richemond, Boulet, Lécouteux et Garnier, Stright Line, Société Alsacienne, Société Suisse di Winterthur.

Le motrici verticali d'Oerlikon (presso Zurigo) a gran velocità (300 a 400 giri al primo) sono o semplici o compound, con o senza condensazione. Il grado d'introduzione nel cilindro piccolo dipende da un regolatore americano a due contrappesi, perfettamente equilibrato, con molle di reazione ad elica.

(1) Questo regolatore figurava già all'esposizione di Vienna nel 1873, costruito da Hartnell et Guthrie.

L'azione del regolatore si esercita sulla piastra dell'eccentrico che comanda il registro di espansione, cambiandone l'eccentricità ed il suo angolo di calettamento. Un eccentrico fisso mette in moto il cassetto del grande cilindro.

Pressochè uguale è la disposizione delle motrici Boulet, Weyher e Richemond; solo occorre per quest'ultima notare che l'azione del regolatore americano non si esercita direttamente sulla piastra dell'eccentrico dell'espansione, ma su di un'asta la quale, per mezzo di una disposizione cinematica conveniente, viene poi ad agire sulla piastra nominata.

Le motrici di Lecouteux e Garnier si distinguono dalle precedenti:

1° per avere la distribuzione fatta con due stantuffi verticali, dei quali quello superiore di diametro un po' maggiore per equilibrare il peso degli organi; 2° per la forma speciale del regolatore americano, applicato ad uno dei due volanti, e per la forma della piastra dell'eccentrico di espansione (1).

Questo regolatore è costituito da un solo contrappeso a foggia di lente, provvisto di molla di reazione, applicato all'estremità di un'asta fissa al collare dell'eccentrico e prolungantesi dall'altra parte dell'albero, ove è munita di un moderatore ad olio analogo a quello del regolatore Porter.

La piastra dell'eccentrico mediante guide è obbligata a spostarsi in linea retta facendo così variare contemporaneamente la sua eccentricità ed il suo angolo di calettamento. Queste motrici si costruiscono semplici o compound, con o senza condensazione.

Difficilmente però la macchina che oltrepassa i 350 giri o 400 al primo è a condensazione.

Oltre alle precedenti si avevano ancora motrici a gran velocità, ad eccentrico variabile, ma orizzontali, meritevoli d'essere prese in considerazione.

La più importante era quella della Società « *Stright-Line* di *Syracuse* », di 100 HP e 200 giri al primo, che somministrava

(1) *Revue Industrielle*, 1889, N. 26.

la forza motrice agli espositori della Sezione degli Stati Uniti nella galleria delle macchine.

È ad un sol cilindro con camicia di vapore, regolatore americano ad un sol contrappeso con molla di reazione a balestra, due sopporti dell'albero, collegati separatamente al cilindro, fra i quali sono compresi i due volanti (1). La distribuzione (sistema Swett) è fatta da due cassette o meglio due piastre a parecchie luci, comandate rispettivamente da un eccentrico, e posta l'una su di uno, e l'altra sull'altro fianco del cilindro. Il regolatore americano di cui va provvisto uno dei volanti agisce sull'eccentrico che comanda la piastra d'introduzione del vapore; l'altra piastra per contro è mossa da un eccentrico fisso.

Questa distribuzione nella quale le luci d'introduzione sono separate, come nelle macchine a scatto, da quelle di scarica è assai pregiabile e presenta vantaggi tanto maggiori quanto più grande è la velocità della macchina.

Difatti è evidente che i periodi di anticipazione alla scarica e di compressione rimangono costanti qualunque sia il grado d'introduzione del vapore; ora se ciò avviene è manifesto che si può sempre ottenere una compressione del vapore la quale sia uguale o poco inferiore alla pressione d'introduzione, e così evitare che la pressione sullo stantuffo varii bruscamente, producendo il così detto *colpo*, ad ogni introduzione. Inoltre si ha il vantaggio di introdurre il vapore per luci e condotti non raffreddati dal vapore di scarica.

Questa macchina è fra le motrici orizzontali a grande velocità quella meglio concepita, ed avrà certamente un successo. Il solo appunto che, a mio giudizio, si potrebbe fare, è quello di avere le luci di scarica non disposte alla parte inferiore del cilindro.

Eguale nella forma alla precedente era la motrice orizzontale, a gran velocità, compound, della *Société Suisse pour la construction de locomotives et machines* di Winterthur. Dif-

(1) Veggasi il giornale di New-York *American Machinist* del 2 maggio 1839, ed il *Praktische Constructeur*, gennaio 1888, pag. 13.

feriva però nel sistema della distribuzione e nel regolatore. Il regolatore è ancora americano, ma a due contrappesi con molle ad elica.

La distribuzione pel cilindro grande è a cassetto con eccentrico fisso; pel cilindro piccolo è fatta da un cassetto comandato da un eccentrico fisso e da una piastra sovrapposta con eccentrico variabile sotto l'azione del regolatore. Per ottenere che rotando la piastra dell'eccentrico varii tanto l'angolo di calettamento quanto l'eccentricità si è pensato di comporre questa piastra di due parti, l'una interna fissa all'albero, l'altra esterna, di larghezza variabile, fissa ai bracci del regolatore.

Allo scopo poi di evitare che la piastra d'espansione colle grandi velocità e colla pressione di 10 atm. del vapore d'introduzione possa rigarsi e guastarsi, si foggìo l'anzidetta piastra secondo il sistema Brown, cioè costituita di un collare al quale si attacca il gambo di comando, e dentro il quale è semplicemente inserita a dolce contatto una piastra. La completa mobilità di questa piastra impedisce la sua rigatura e quella dello specchio.

Finalmente la *Société Alsacienne de constructions mécaniques* ha una motrice velocissima orizzontale compound, nella quale il cilindro piccolo ha la distribuzione a cassetto semplice al pari del cilindro grande. Il regolatore americano applicato al volante agisce sull'eccentrico che da moto al cassetto d'introduzione. È una macchina del tipo Armington e Sims.

d) *Motrici a distribuzione rotativa.* — Nelle macchine di questa categoria si distingueva la motrice di V. Biétrix (1). Questa macchina può essere ad un cilindro, compound in tandem a due cilindri, oppure a quattro cilindri, con un sol distributore rotativo.

L'organo della distribuzione è un robinetto cavo e conico, provvisto di luci e di diaframmi interni; due ruote elicoidali del medesimo diametro, collocate nell'interno di uno dei sopporti dell'albero motore danno, mediante un albero di rimando, il moto continuo di rotazione al distributore. In virtù di questo

(1) *Revue industrielle*, 1889, N. 32.

movimento di rotazione continua è possibile camminare a grandi velocità (m. 3,50 di velocità dello stantuffo); per altra parte la posizione equilibrata del distributore in un ambiente di vapore permette di lavorare con facilità sotto le più alte pressioni di 12 chg. per  $\text{cm}^2$ .

La variazione automatica dell'espansione avviene col mezzo di un regolatore energico, di forma anche nuova, che agisce facendo girare il robinetto della distribuzione attorno al proprio asse.

Con queste motrici si garantisce un consumo massimo di kg. 10 di vapore, a 12 atm. di pressione, per cavallo-ora misurato al freno. Le motrici Biéatrix hanno già ricevuto la sanzione della pratica; da oltre tre anni queste macchine vengono adoperate, e l'esperienza ha persuaso che l'otturatore può conservare levigatezza ed ermeticità.

e) *Motrici rotative.* — Che io mi sappia non esiste ancora al giorno d'oggi un motore a vapore a stantuffo rotativo il quale sia veramente pratico ed abbia ricevute applicazioni industriali.

Da qualche anno però sembra sia prossima la risoluzione del problema, mercè un motore nel quale non si impiega stantuffo, ma si fa agire la pressione del vapore sulle palette di una turbina. La turbina a vapore è una motrice recentissima, studiata e resa pratica dall'americano M. Parsons.

La prima di queste macchine comparve nel 1884; faceva 18000 giri al l' ed aveva una forza di 6 cavalli elettrici; l'espansione del vapore era assai limitata, e si otteneva facendo crescere le dimensioni delle palette, andando dalla luce d'ingresso a quella d'efflusso della turbina.

Oggidi si è giunti a costruire queste macchine con doppia ed anche tripla espansione, ottenendo così una grande economia di vapore. Esperienze fatte a Portsmouth darebbero un consumo di vapore di 12 chg. per cavallo-ora elettrico, quando la pressione d'introduzione è di atm. 6,3.

Le turbine a vapore compound, cioè a doppia espansione, constano di due gruppi di turbine elicoidali caduno, opposti l'uno all'altro, di diametro diverso, montate sul medesimo al-

bero. Le due turbine opposte di diametro più piccolo ricevono il vapore che giunge al centro della macchina; da queste il fluido passa nelle turbine successive di diametro maggiore, indi si scarica nell'atmosfera. Come nella turbina a semplice espansione, anche nella turbina compound, la superficie delle palette di ciascuna ruota va crescendo dalla sezione d'ingresso a quella d'efflusso.

Nella turbina a triplice espansione si hanno tre gruppi di due turbine elicoidali caduno, di diametro crescente e opposte rispetto al centro della macchina.

Le successive turbine di ciascun gruppo sono comparabili ai successivi cilindri d'espansione delle motrici a stantuffo.

Il concetto teorico di queste turbine a vapore è pertanto semplicissimo; le difficoltà più gravi a superarsi sono d'indole pratica, cioè ottenere un equilibrio perfetto delle masse giranti, un aggiustaggio inappuntabile di tutte le parti, una lubrificazione speciale dei perni.

Parsons sormontò tutte queste difficoltà promuovendo una circolazione continua d'olio nei perni, mettendo, mediante una camicia di vapore, sempre in comunicazione fra loro le turbine opposte di egual diametro, costruendo le parti mobili in bronzo speciale, riducendo il numero dei giri, ed adottando la triplice espansione.

Queste motrici ricevettero la loro più importante applicazione nel dare movimento a macchine dinamo-elettriche, aventi l'asse coincidente con quello della turbina. Si ottengono così i seguenti speciali vantaggi: una grande regolarità di movimento, una economia di spazio, di manutenzione e di sorveglianza.

Più di 2000 HP di forza sono oggidì prodotti da queste motrici. Non v'ha dubbio che la turbina a vapore è destinata ad avere un successo ognor crescente, tanto più se si riesce a farla funzionare a condensazione ed a pressione altissima.

All'Esposizione ultima di Parigi, Weyher et Richemond che hanno acquistato il brevetto Parsons, avevano in azione continua una di queste turbine a triplice espansione la quale agiva direttamente sovra una dinamo. Il funzionamento fu sempre regolare e soddisfacente.

### III.

#### Motori a gas ed a petrolio.

Dopo i motori di Otto, Koërting, Lenoir, Crossley, sarebbe difficile rintracciarne altri i quali presentino caratteri di novità e pregi di speciale considerazione.

I motori a gas che meglio figuravano all'esposizione sono ancora i precedenti, o quelli costrutti sugli stessi principii, come i motori di Powell, Gotendorf, Ravel, Charon, Griffin, Baldwin, Bénier, ecc. In tutti questi motori si fa compiere alla miscela d'aria e gas i quattro periodi trovati da Beau de Rochas, cioè: aspirazione, compressione, accensione ed espansione, scarica. Le differenze che si riscontrano consistono nel modo di fare e di variare la compressione, nel modo di promuovere la accensione, nell'assicurare la regolarità di funzionamento, nel diminuire le spese di manutenzione, nella possibilità di far agire il motore con gas anche poveri.

Anzi molti inventori come Niel, Benz, Noël, Lenoir, Ravel, si sono imposti la condizione di fare un motore il quale potesse funzionare tanto con gas luce che con gas poveri, carburi di petrolio, gazolina, ecc.

Alcuni di essi vi sono perfettamente riusciti, per cui l'esposizione del 1889 se non segna grandi innovazioni nella costruzione dei motori a gas luce, ci dà senza alcun dubbio come praticamente risolto il problema riguardante la costruzione dei motori a gas poveri ed a carburi di petrolio.

Fra i motori semplicemente a gas luce, oppure a gas Dowson funzionanti alla mostra del 1889, meritano un cenno quello presentato da T. Powel, ad un sol cilindro di 100 HP, quello di Ravel e quello di Charon.

Dei primi due occorrono poche parole, perchè già descritti e studiati nelle pubblicazioni tecniche (1); dell'ultimo invece è necessario rilevare una particolarità importante.

(1) *Revue Industrielle*, 1889 — *Publication Industrielle* (Armengaud).

Quanto ai motori Gotendorf, Baldwin, basterà il dire che sostanzialmente non differiscono dal motore Otto, se non nel modo dell'accensione, la quale è fatta da una scintilla elettrica, anzichè da una fiammella trasportata nel cilindro, e nell'avere sostituito una valvola al registro della distribuzione.

Il motore T. Powell funziona collo stesso ciclo dei motori Otto, Koërting, Lenoir, ecc., ma ha le seguenti particolarità, cioè: 1° la messa in moto facile anche per grandi forze di 50 a 100 HP, al quale effetto basta portar lo stantuffo a mezza corsa poscia aprire il robinetto d'introduzione della miscela motrice la quale, colla sua debole pressione è sufficiente a scacciare, attraverso un foro tenuto aperto nel cilindro, i prodotti della combustione precedente; 2° il sollevamento della valvola di scarica con velocità progressivamente crescente a misura che decresce la pressione che la tiene sulla sua sede; 3° l'accensione del fluido assicurata, mediante una successione non interrotta di scintille elettriche fra due punte di platino; 4° l'accensione, quando lo stantuffo non è in fine di corsa, ma la manovella ha già descritto 15° a partire dal punto morto, il che porta ad una minore pressione sui perni.

Questo motore funzionava all'Esposizione con gas Dowson; esperienze fatte a Marsiglia diedero un consumo di 23 chil. di antracite per 40 cavalli effettivi e per ora.

Il motore Ravel compie il ciclo ad ogni rivoluzione dell'albero; non ha cassetti, e l'accensione della miscela si fa con scintilla elettrica. Il cilindro è chiuso da ambe le parti; in una camera lavora la miscela motrice, nell'altra si aspira e si comprime dell'aria che viene cacciata nel serbatoio costituito dal zoccolo di sostegno della macchina. Una pompa, annessa, aspira il gas della condotta, lo comprime e lo manda in altro serbatoio posto sotto il cilindro. Da questi due serbatoi i fluidi vanno ad una scatola di distribuzione di dove passano, mescolandosi, nel cilindro.

Abbiamo pertanto i seguenti periodi durante una rivoluzione intera dell'albero: 1° *Corsa diretta*; cacciata gas ed aria nei serbatoi, accensione, espansione, scarica ed introduzione della miscela motrice; 2° *Corsa retrograda*; aspirazione colle pompe

del gas e dell'aria, compressione della miscela aspirata nel cilindro.

Questo motore occupa piccolo spazio in relazione alla forza sviluppata; ha molta uniformità di movimento, e permette di variare la sua velocità variando il contrappeso del suo regolatore piano.

È giustizia però notare, tosto, che il consumo di gas è ancora superiore a quello dei motori Otto, Koërtling, ecc.; esperienze fatte da Monnier, professore alla Scuola centrale di Parigi, darebbero un consumo di gas di almeno 1 m. c. per cavallo-ora.

Il motore Charon è ancora orizzontale come i precedenti, ad accensione elettrica mediante pila, col ciclo a quattro periodi per ogni due giri di volante, ma differisce da tutti e presenta una vera novità nell'essere a compressione ed espansione variabili mediante il regolatore.

Due valvole, poste sotto la dipendenza del regolatore, concorrono all'ammissione; la prima dà passaggio ad una quantità fissa e determinata di gas, la seconda, che si trova dove si ha la miscela, è sollevata per tutto il tempo dell'aspirazione, ma resta ancora aperta per un tratto più o meno lungo della corsa retrograda dello stantuffo.

Da ciò risulta che la quantità di miscela conservata nel cilindro è variabile, quella che sfugge alla compressione è, per così dire, immagazzinata in un lungo tubo a spirale di dove viene ripresa nell'aspirazione successiva.

L'espansione varia per conseguenza colla compressione; ecco un'innovazione che deve essere giustamente apprezzata da chi conosce le conseguenze delle espansioni incomplete nei motori a gas.

In questo motore la temperatura dei prodotti della scarica non oltrepassa mai i 245° centigradi.

I diagrammi ricavati da Aimé Witz, ingegnere prof. a Lilla e noto per i molti studi e ricerche fatte sui motori a gas, danno, per una macchina Charon di 4 HP, una curva d'espansione completa, ed un consumo di gas di 530-560 litri per cavallo-ora quando la macchina sviluppa tutta la sua forza ed

il gas ha un potere calorifico di 5800 calorie per metro cubo. Questi risultati sono tali da far ritenere il motore Charon, sotto l'aspetto dell'utilizzazione del calore, come il migliore di tutti i motori a gas conosciuti al giorno d'oggi.

Ma la parte più interessante ancora di questa classe di motori è quella dei motori che possono funzionare promiscuamente a gas ed a petrolio, oppure esclusivamente a petrolio, olii minerali, ecc.

Fra i primi vi sono i motori di Lenoir, Niel, Benz, Noël, Mire, Durand; fra i secondi il più importante è quello di Diederick. In tutti questi motori è soppressa la distribuzione a piastra, la miscela è formata da aria e carburi o vapori di petrolio. Questi vapori si ottengono mediante un apparecchio speciale annesso ordinariamente alla motrice, contenente petrolio e denominato carburizzatore. Togliendo quest'apparecchio e collegando il tubo di condotta dei vapori di petrolio ad un tubo a gas-luce le motrici sovra indicate, eccettuata la Diederick, si trasformano in motori a gas.

Il motore a petrolio ed a gas di Lenoir non è più una novità (1); in esso l'evoluzione della miscela motrice si fa durante due giri di volante, l'accensione con la scintilla elettrica ottenuta da pile e rocchetto. In una parola è il motore a gas ultimo di Lenoir, al quale venne accoppiato il carburizzatore.

Questo carburizzatore consiste in un tamburo cilindrico nel quale si fa girare una ruota a cassette che pesca nel petrolio e dal quale si diparte il tubo che porta i vapori alla camera delle valvole di distribuzione. La ruota girando solleva nelle sue cassette il petrolio per lasciarlo poscia cadere sotto forma di pioggia, per cui l'aria aspirata dallo stantuffo motore, attraversando questo cilindro si imbeve di vapori di petrolio.

Perchè possa funzionare occorre petrolio alla densità di 0,650, denominato *gazolina*, e consuma in media litri 0,60 a 0,65 di *gazolina* per cavallo-ora.

(1) *Publication industrielle, Armengaud*, vol. 31.

Per gli altri motori di Niel, Noël, Mire, sono sufficienti i seguenti rilievi.

La motrice Niel ha la distribuzione fatta nè con valvole nè con piastre, ma con robinetti, e l'accensione col mezzo di un piccolo tubo in ferro (del diametro di 5 mm. e della lunghezza di 25 cm.) mantenuto costantemente al calor rosso, che si pone in comunicazione col cilindro nel preciso istante in cui l'inflammazione deve avvenire. Non ha carburizzatore speciale; il consumo di petrolio, a 0,650 di densità, è di litri 0,65 oppure 0,55 secondochè si tratta di motori di forza inferiore a due cavalli, oppure di 7 ad 8 cavalli.

I motori Noël e Mire sono essenzialmente destinati a produrre piccole forze, al più due cavalli. Funzionano con carburizzatore separato impiegando petrolio alla densità di 0,700; l'aria è chiamata nel carburizzatore dallo stantuffo motore, oppure iniettata con una pompa speciale come nel Mire, e la miscela, attraversando valvole coniche passa nel cilindro, vien compressa e poscia accesa da una scintilla elettrica. Nel motore Noël i prodotti della combustione sono utilizzati per riscaldare convenientemente il recipiente carburizzatore.

Il migliore però dei motori a petrolio è, a mio giudizio, quello di Durand, e ciò per le seguenti ragioni.

Affinchè un motore a petrolio possa funzionare regolarmente richiedesi che i vapori di petrolio introdotti nel cilindro abbiano composizione costante, e che il petrolio impiegato si trovi sempre in commercio. Ora sovente avviene che i carburizzatori somministrino vapori di composizione diversa secondo la quantità di petrolio che essi contengono. Il carburizzatore Durand non presenta questo inconveniente, perchè l'aria attraversa uno strato di spessore sempre costante di petrolio, qualunque sia la quantità del medesimo contenuto nel cilindro vaporizzatore (1). Il fluido compie il ciclo di Beau de Rochas e l'accensione si fa con una scintilla elettrica prodotta da una piccola dinamo mossa dal motore stesso. Il circuito della corrente è sempre chiuso e non apresi che nell'istante in cui si

(1) *Revue industrielle*, 1889, N. 39.

vuole accendere la miscela; è questo un vantaggio per la conservazione dei fili.

Tutti i motori precedenti richiedono un petrolio leggero che non è quello d'uso ordinario. Il motore Diederick, detto « Sécurité » può funzionare con petrolio ordinario, pesante anche gr. 820 per litro. Sarebbe fuori luogo dare la descrizione di questo motore senza la scorta di disegni; mi restringo quindi ad indicare le sue qualità caratteristiche.

Provvisto di un carburizzatore e di un gasometro speciali, esso ha nuovo il modo d'inflammazione della miscela motrice. Consta di una capsula di platino mantenuta incandescente mediante una fiamma a cannello alimentata con petrolio e posta in comunicazione col cilindro per tutta la corsa d'espansione; si assicura così l'accensione completa della miscela.

Il funzionamento del carburizzatore, dell'apparecchio d'accensione, come pure l'introduzione dell'aria e dei vapori di petrolio nel cilindro, sono promossi da apposite pompe.

#### IV.

##### **Motori a vento.**

Molti i motori a vento esposti in riva alla Senna, pochi però presentano innovazioni meritevoli di essere particolarmente ricordate. Alcuni, come quello di Allaire (Niort), avevano identica disposizione dei motori americani Halladay, già conosciuti ed applicati in Italia dalla ditta Q. Colondre e C. di Messina, da B. Piantini e C. di Ancona, e dalla casa Stoeckicht di Napoli. Altri, come quelli di Rossin, di Leneutre, erano a molte palette piane, fisse, con freno regolatore a bindello.

Un motore a vento, quello di G. Barbier di Parigi, aveva la forma di un ventilatore a palette elicoidali.

I motori a grandi ali del tipo olandese, oggidì quasi abbandonati, non figuravano all'Esposizione.

Il solo motore che sotto l'aspetto teorico fosse degno d'esame era quello di A. Bollée, a turbina.

Nei motori a vento l'aria agisce sulle palette per urto; variando l'inclinazione delle medesime rispetto alla direzione del vento si cambia l'intensità dell'urto e quindi il lavoro raccolto sul motore. Questo è il principio sul quale sono costrutti fin qui tutti i motori a vento, compresi quelli più perfezionati di Halladay.

Ora è facile a vedersi che con l'applicazione di questo principio si ottengono motori i quali hanno sempre un piccolo rendimento.

Volendo avere un motore del massimo effetto utile bisogna evitare l'urto dell'aria contro le palette, e fare in modo che venendo quest'aria ad agire sulle ali, depositi e trasmetta a queste tutta la forza viva di cui è animata.

Finchè il fluido motore agisce per urto una parte della sua forza viva va necessariamente perduta in quest'urto. Occorre quindi pei motori a vento procedere come si è fatto pei motori idraulici, nei quali, per avere la migliore utilizzazione della forza dell'acqua i costruttori cercano di eliminare ogni urto, ogni cambiamento brusco di velocità dell'acqua. La stessa cosa deve farsi pei motori a vento se vuolsi che i medesimi siano suscettibili di un grande rendimento.

Questo fece appunto Bollée. Il suo motore è una vera turbina ad aria, a palette elicoidali.

Sovra un asse orizzontale fisso, è attaccato il distributore rinforzato con tiranti. Dietro il distributore trovasi la ruota motrice, folle sull'asse sovranominato, la quale, mediante un incastro conico trasmette il movimento ad un albero verticale, sostenuto dall'asse fisso e scorrente nell'interno di una robusta colonna di ghisa che forma il sostegno di tutto il motore.

L'orientamento si ottiene mercè un piccolo motore a vento a palette fisse, solidario all'asse ed al distributore, e disposto in un piano perpendicolare a quello del motore principale.

Un freno modera la velocità; ed in casi di venti fortissimi si può arrestare l'azione del motore agendo sopra un innesto il quale toglie la trasmissione coll'albero verticale; allora la turbina girerà semplicemente a vuoto.

Non venne ancora provvisto per regolare la velocità e la forza della motrice mediante otturamento del distributore.

V.

**Macchine idrauliche.**

*a) Motrici idrauliche.* — Assai ristretto era il numero dei motori idraulici esposti.

Nessuna ruota idraulica, un discreto concorso di turbine, qualche motore a stantuffo.

In generale le motrici esposte danno saggio della potenza e bontà di costruzione di diverse case, ma veruna innovazione importante venne introdotta ai tipi di motori idraulici da parecchi anni conosciuti.

Per estensione e varietà primeggia l'esposizione della casa J. Ritter di Winterthur, giustamente riconosciuta fra le prime per costruzione di motori idraulici. Havvi una serie di ruote giranti e di distributori per turbine cilindriche, elicoidali, ad azione oppure a reazione; una varietà di apparecchi di otturazione a piastra, a valvola, a paratoia, a corona, ecc.; alcuni tipi di turbine cilindriche per piccole portate e grandi cadute, destinate specialmente agli impianti elettrici.

Anche le antiche case costruttrici di motori idraulici, A. Le Prince (Parigi) e stabilimento Fontaine (Parigi), esposero alcuni saggi di turbine; la prima del tipo elicoidale a libero efflusso con regolatore a freno idraulico; la seconda una turbina con otturazione a coni e camera aperta in lamiera di ferro.

Escher Wyss di Zurigo presenta qualche tipo, non nuovo, di turbine fra cui quella destinata a muovere due pompe costruite per l'elevatore idraulico di Chaux-de-Fond. Questa turbina è cilindrica, ad asse orizzontale, di forma e disposizione già conosciute; corrisponde ad una caduta di 52 metri e ad una portata massima di 300 litri.

Una turbina elicoidale a libero efflusso, costrutta da E. Burlin di S. Diè des Vosges ci dà una disposizione nuova di otturatori.

Questi otturatori, dovuti a L. Vallet, già favorevolmente conosciuto per altri perfezionamenti introdotti nella costruzione

delle turbine, sono una semplificazione degli otturatori a piastre scorrevoli radialmente.

Le piastre, invece di scorrere nella direzione del raggio, in questo sistema rotano attorno ad un perno applicato ad uno dei loro vertici più prossimi all'asse della turbina. Ciò si ottiene a questo modo.

Il vertice della piastra posto all'esterno ed all'estremità dello spigolo che passa pel perno sovranominato è provvisto di un bottone. Una piastra anulare di diametro uguale al diametro interno del distributore (alla quale si dà moto con un rocchetto interno imboccantesi con una ruota anulare che fa parte della piastra accennata), porta due bracci, inclinati rispetto al raggio, provvisti d'una feritoia aperta ad un'estremità, e staccantesi da due punti della piastra-corona diametralmente opposti. La suddetta piastra anulare poi è ancora provvista, alla sua faccia inferiore, di un canale circolare di larghezza e profondità eguali alla grossessa e sporgenza del bottone di cui è munita caduna piastra di otturazione.

Facendo rotare la piastra anulare per un dato verso, essa coi bracci viene a prendere successivamente i bottoni delle piastre di otturazione obbliga queste piastre a rotare attorno ai loro perni ed a disporsi in direzione tangenziale all'otturatore, e così ad aprire le relativi luci. Il risultato è opposto facendo rotare per verso contrario al precedente la piastra anulare, imperocchè i bottoni degli otturatori sono allora successivamente obbligati a percorrere le feritoie dei bracci, e poscia ad abbandonarle quando gli otturatori sono venuti a disporsi in direzione radiale, cioè sovrastanti alle rispettive luci del distributore.

Questi otturatori adunque sono applicabili in tutti i casi in cui convengono quelli a piastre scorrevoli, ma con una spesa di costruzione inferiore. Si ha poi il vantaggio che ogni luce è provvista della sua piastra, ciò che non avviene mai col sistema a piastre scorrevoli radialmente.

Un altro costruttore dei Vosgi, F. Royer di Épinal, espone anch'esso un nuovo sistema di otturatori per turbine elicoidali ad asse verticale.

Ideato da Joly questo sistema si può dire quello con valvole a cerniera, convenientemente perfezionato. Questo perfezionamento risiede nel modo assai semplice di aprire e chiudere le valvole.

A tal fine le valvole, girevoli attorno ad un asse diretto secondo il raggio del distributore, portano verso l'interno una specie di doppio gancio sporgente; un cuneo a cui si dà moto circolare con incastro dentato, viene successivamente a passare sotto i ganci sporgenti, ed a sollevare ciascuna valvola, aggan-ciandola nel tempo stesso colla valvola precedente. Tutte le valvole si tengono così aperte l'una coll'altra, eccetto la prima che è tenuta dal cuneo. Imprimendo al cuneo un moto in-verso al precedente esso sgancia successivamente le valvole e le lascia cadere sulla loro sede chiudendo così la rispettiva luce del distributore. Naturalmente l'apparecchio porta due cunei diametralmente opposti per poter chiudere od aprire in modo simmetrico le luci del distributore.

Pregio di questo sistema Joly è quello di poter funzionare anche con acque sporche; inoltre esso è così disposto che avvenendo, per interposizione di ciottoli o materie trasportate dall'acqua, che una delle valvole non chiuda la sua luce, l'apparecchio può continuare a chiudere le altre.

*b) Pompe.* — In questa, come anche nelle precedenti esposizioni, si riscontra una quantità sterminata di pompe di tutti i sistemi. Le case costruttrici, specialmente francesi, di questo genere di macchine hanno mandato all'Esposizione tutto quanto forma oggetto della loro fabbricazione.

Malgrado tanta abbondanza, pochissime novità importanti. La maggior parte sono pompe note, quali si vedono e si vendono giornalmente dai magazzini e dai depositi.

Poche cose quindi mi tocca dire in generale per questa parte della meccanica industriale; faccio eccezione però delle grandi pompe a stantuffo, rispetto alle quali havvi luogo a rilevare una novità ed un perfezionamento essenziale.

Per le pompe centrifughe il posto d'onore per importanza spetta alla casa J. Farcot la quale presenta una collezione di queste pompe per tutte le portate, da 2 sino a 9000 litri al se-

condo. Le pompe della portata di 9000 litri furono applicate in numero di cinque in Egitto per alimentare il canale navigabile del Khatatbeh. Queste pompe, senza presentare alcuna innovazione, si fanno tuttavia apprezzare per la eccellente costruzione e per lo studio speciale fatto onde evitare ogni cambiamento brusco di sezione o di direzione dei filetti fluidi.

Le altre Case, come L. Neut e L. Dumont, entrambe di Lilla, espongono pompe centrifughe per le quali vi è nulla di speciale rilievo.

Vuolsi però accennare ad una miglioria introdotta nelle pompe centrifughe da Nézeraux, la quale consiste nel poter fare l'adesamento senza che sia necessario l'impiego della valvola di ritenuta al piede del tubo d'aspirazione, e d'arrestare la pompa quando questa, per fughe od altre cause, cessa di esser adescata durante il suo movimento. Si raggiunge questo risultato nelle pompe Nézeraux, costrutte da Casse e figli di Lilla, mettendo, mediante un tubo, in comunicazione l'origine del tubo premente col tubo di aspirazione nel punto in cui questo incontra l'occhio, e ponendo la valvola di ritenuta nel tubo aspirante prossima al corpo della pompa.

Venendo alle pompe a stantuffo di piccola portata devo fare un cenno di quelle di Baillet e Andemar.

Questa pompa ha 4 stantuffi traforati, del sistema Letestu, due a due applicati sopra uno stesso gambo e scorrevoli in due camere cilindriche comunicanti fra loro. Ad una camera cilindrica fa capo il tubo d'aspirazione, dall'altra camera si diparte il tubo premente; i due gambi degli stantuffi sono comandati da una stessa biella.

Con quest'artificio qualunque sia il verso del movimento degli stantuffi si vede che due di essi, uno nel cilindro d'aspirazione e l'altro nel cilindro di compressione, lavorano sempre rispettivamente comprimendo ed aspirando, mentre l'acqua attraversa in modo continuo gli altri due stantuffi.

L'acqua passa così, con un movimento continuo, col semplice ufficio degli stantuffi e per due vie diverse, dal tubo d'aspirazione a quello di compressione.

Questa pompa ha il vantaggio delle pompe a stantuffo, cioè di servire per grandi prevalenze senza richiedere acqua limpida, a motivo del sistema adottato per gli stantuffi; ha poi anche i vantaggi delle pompe rotative, cioè di poter camminare a grande velocità perchè l'acqua circola in modo continuo e senza urti, dal tubo d'aspirazione a quello di compressione.

Per le pompe a stantuffo di grande portata oltre alle due del sistema Girard, accoppiate sopra uno stesso albero di turbina orizzontale, destinate all'elevatore di Chaux-de-Fond e costrutte da Escher-Wyss, nelle quali sono da notare le valvole a forma anulare ed a sede multipla con piccolissima corsa; deve ancora menzionare la pompa dello stabilimento di Quillacq di Anzin.

Questa pompa, anche del sistema Girard, con valvole coniche provviste di molle di reazione a balestra, è posta in moto dall'asta, convenientemente prolungata, dello stantuffo della rispettiva motrice a vapore. È di costruzione accurata e solidissima, senza però presentare innovazioni rispetto alle pompe già conosciute.

Per contro le pompe installate sul lungo Senna pel servizio d'acqua dell'Esposizione, della portata di 400 litri al secondo, vincendo una prevalenza di 20 a 22 metri, della Compagnia Worthington (New-York) dimostrano l'applicazione di un concetto nuovo (1).

Queste pompe quindi rappresentano quanto di più importante e caratteristico presentava in questa classe di macchine la mostra di Parigi.

Sono due corpi accoppiati di pompa a doppio effetto, asse orizzontale, ad azione diretta cioè comandata dal gambo prolungato dello stantuffo della rispettiva motrice compound.

Oltre di ciò i gambi della pompa si prolungano e vanno caduno a terminare in un pattino al quale si attaccano eziandio i gambi di due stantuffi di due pompe oscillanti in un piano verticale e comunicanti colla condotta premerete. È precisamente

(1) *Der Konstrukteur* di F. Reuleaux, 1889. Pag. 935 e seguenti. — Braunschweig.

per l'aggiunta di questi cilindri oscillanti che si ha novità nelle pompe Worthington, e si raggiunge un grande rendimento anche con velocità grandissime di stantuffo.

Nelle pompe a vapore ad azione diretta la causa principale per cui esse danno sempre un piccolo rendimento proviene dalla differenza che necessariamente sempre esiste fra la pressione sullo stantuffo motore e la pressione sullo stantuffo della pompa durante una corsa intera. Difatti la pressione sullo stantuffo motore va sempre diminuendo, più o meno rapidamente, secondo il grado d'espansione del vapore, dall'origine sino al fine della corsa, mentre la pressione resistente sullo stantuffo della pompa, per una determinata prevalenza è pressochè costante.

Per le pompe non ad azione diretta si ripara, però imperfettamente, a questo inconveniente coll'impiego di volanti applicati agli alberi di rimando.

Per le pompe ad azione diretta l'inconveniente lamentato venne tolto dalla Compagnia Worthington coll'aggiunta dei cilindri oscillanti sovra indicati, i quali hanno precisamente per ufficio di proporzionare la resistenza della pompa colla pressione motrice sui cilindri, cioè di far in modo che in ogni istante la pressione resistente che agisce sulla faccia dello stantuffo della pompa sia eguale alla pressione motrice nei cilindri.

È facile vedere come ciò avvenga.

Nella prima metà della corsa, degli stantuffi della motrice e della pompa, i cilindri oscillanti oppongono una resistenza che è massima all'origine e va decrescendo sino a diventare zero quando gli stantuffi accennati sono giunti a metà corsa; nella seconda metà della corsa dei suddetti stantuffi, i cilindri oscillanti ricevono una pressione che cospira con quella motrice e che da zero diventa massima col termine della corsa.

Questi cilindri oscillanti adunque oppongono resistenza quando si ha eccedenza nella pressione motrice sulla pressione dello stantuffo della pompa, somministrano invece pressione motrice quando si ha deficienza fra la pressione sullo stantuffo motore e quella sullo stantuffo della pompa. Per questa loro azione i cilindri oscillanti vengono denominati a giusto titolo,

*cilindri compensatori*. Funzionano da veri regolatori della pompa e segnano una grande miglìoria nelle pompe ad azione diretta ; sono però l'applicazione di un concetto già conosciuto e stato prima d'ora adottato negli elevatori idraulici, da Heurtebise (1).

È evidente poi che l'azione dei cilindri compensatori avviene qualunque sia la velocità della pompa ; per cui queste pompe Worthington hanno la proprietà caratteristica di poter camminare a diverse velocità, anche grandissime, senza diminuire sensibilmente il loro rendimento.

Questa proprietà non godono neanche le pompe a trasmissione con volante, nelle quali l'azione del volante è limitata rispetto alla velocità.

Con queste pompe dette, per i motivi sovra indicati, a grande rendimento, si garantisce dalla Compagnia costruttrice un consumo di kg. 0,800 ad l di carbone, per cavallo-ora misurato in acqua sollevata e coll'applicazione delle loro speciali motrici.

Poichè si presenta l'occasione stimo dover accennare un'applicazione importantissima che possono ricevere le pompe Worthington alle condotte di acqua compressa per somministrare forza motrice a domicilio nelle grandi città. Mercè queste pompe si può collegare la condotta d'acqua compressa direttamente colle pompe stesse, imperocchè le variazioni di pressione a cui può andar soggetta la condotta non turbano il funzionamento delle motrici e delle pompe, le quali sono regolate precisamente in base alla pressione della condotta mediante i cilindri compensatori.

c) *Arieti*. — Due importanti costruttori esposero sul Lungo Senna arieti idraulici ; sono l'ariete di E. Bollée e quello di Bonard. Tanto l'uno quanto l'altro si sono proposti essenzialmente di fare un ariete il quale permettesse di facilmente smontare e visitare l'apparecchio, e di introdurre aria nella relativa camera anche quando l'apparecchio dovesse funzionare annegato.

Bonard raggiunge questi risultati : 1° facendo il corpo dell'ariete, colle sue valvole d'arresto e di compressione, girevole

(1) *Enciclopedia delle arti ed industrie*. Vol. 5°. F. Mazzola.

attorno ad una cerniera e mantenendolo a chiusura ermetica sulla cassa, nella quale termina il tubo di arrivo dell'acqua motrice, mediante tiranti filettati di collegamento; 2° applicando sull'asse del serbatoio d'aria un tubo in comunicazione, alla parte inferiore colla condotta d'arrivo dell'acqua, alla parte superiore coll'atmosfera mediante una valvola a battente aprentesi dall'esterno verso l'interno, ed in un punto intermedio colla camera d'aria mercè una valvola a battente aprentesi dall'interno verso l'esterno del tubo; 3° ponendo l'origine della condotta di compressione nella cassa sottostante.

Con questa disposizione si può facilmente visitare l'ariete senza fare un'operazione laboriosa di montaggio perchè il tubo di compressione è indipendente dall'ariete, e questo può girare in corpo attorno alla sua cerniera.

L'aria nel serbatoio viene aspirata, ad ogni pulsazione, dall'atmosfera quando l'acqua effluisce dalla valvola d'arresto, ed injettata nel serbatoio quando l'acqua sforza oltre le valvole di compressione anche quelle applicate lungo il tubo che attraversa la camera d'aria.

Volendo far funzionare l'apparecchio sommerso basta applicare all'estremità del tubo che porta la valvola d'aspirazione dell'aria un altro tubo verticale sufficientemente lungo da emergere colla sua estremità fuori dell'acqua.

Nell'ariete Bollée il tubo per rifornire d'aria il serbatoio di compressione è esterno, e comunica col serbatoio stesso mediante un altro tubo. Ha questo ariete il pregio delle valvole di compressione a tenuta idraulica, cioè le dette valvole sono provviste di una sporgenza la quale viene ad inserirsi in una corrispondente cavità della sede contenente acqua.

## VI.

### Costruzione di macchine.

Quest'ultima parte della presente relazione è destinata all'esame di quanto, in fatto di costruzioni meccaniche, riconobbi

più interessante. Quindi senza avere la pretesa di parlare delle costruzioni di macchine in generale, mi limiterò a considerare gli organi flessibili di trasmissione, le pulegge e gli innesti.

a) *Organi flessibili di trasmissione.* — Per trasmettere grandi forze, e specialmente per collegare una potente motrice col primo albero di trasmissione si ricorreva per l'addietro alle funi di cotone, canapa, aloe. Ciò allo scopo di evitare la grande spesa e la grande rigidità che presentavano le cinghie di cuoio doppie o triple.

Ma in questi ultimi tempi anche l'impiego delle funi si ridusse assai e vennero sostituite, quando la distanza degli alberi non eccede un certo limite, dalle cinghie in tessuto di cotone o di canape.

Alla mostra del 1889 molte macchine motrici della forza di 100 a 200 HP erano collegate all'albero di trasmissione con cinghie in tessuto; come eziandio con cinghie di cotone si trasmetteva il moto a molte dinamo destinate all'illuminazione elettrica.

Un'altra caratteristica quindi, che mi corre l'obbligo di rilevare, dell'Esposizione di Parigi è quella che riguarda il predominio delle cinghie tessute sulle funi e sulle cinghie di cuoio.

Nella fabbricazione delle cinghie in tessuto, specialmente di cotone, si è giunti oggidi a tale grado di perfezione da ottenere una resistenza non inferiore a quella delle funi e delle cinghie di cuoio. Inoltre le cinghie in tessuto hanno su quelle in cuoio il vantaggio di essere più flessibili, più omogenee, di prestarsi a qualunque velocità ed a qualunque sforzo, perchè si possono fabbricare di qualsiasi larghezza e spessore. Dopo tutto sono anche di minor costo.

Niuna meraviglia quindi se queste cinghie vengono oggidi preferite, e se alla mostra di Parigi ricevettero larga applicazione.

Tra i fabbricanti che esposero queste cinghie sono da annoverarsi per importanza e bontà di prodotti J. Lechat di Gand, D. Moseley and Sons di Manchester, A. Brichot di Parigi.

Le cinghie Lechat sono costituite da tante lamine di tessuto di cotone, imbevute di resina e catrame, sovrapposte e

cucite nel senso longitudinale. Si costruiscono da metri 0,025 ad 1,80 di larghezza, da 1 ad 8 lamine sovrapposte, capaci di trasmettere sino a 1000 HP. Ben 25 motrici, 27 dinamo, oltre a molte altre macchine della grande galleria, per una forza complessiva di 4000 HP, erano provviste di cinghie Lechat.

Le cinghie Moseley sono da qualche anno usate in Inghilterra ed applicate specialmente alle motrici ed alle macchine a grande velocità. Sono anch'esse in tessuto di cotone, imbevute di una pasta resinosa, cucite e rinforzate agli orli, se occorre, colla sovrapposizione di un'altra lamina.

Le cinghie Brichot sono tessute di cotone e canape combinate assieme, per modo da renderle pressochè inestensibili. L'allungamento di queste cinghie si produce nei primi giorni della loro applicazione e poi scompare, si può dire, completamente.

Oltre di queste, Brichot fabbrica anche cinghie resistenti al calore, all'umidità ed agli agenti atmosferici. Sono tessute con lignuoli fatti di pelo di cammello o di crine.

Rispetto alle cinghie di tessuto è opportuno indicare il modo semplice, trovato da Kock ed applicato da Moseley, per unirle di punta. Consiste nel piegare ad angolo retto le estremità da unirsi, poscia nell'attraversare queste estremità poste a contatto con tanti piuoli traforati, e collegare le due estremità dei piuoli rispettivamente con biette cacciate a forza.

Ma per quanto predominanti le cinghie in tessuto, non devesi però credere che gli altri sistemi di cingoli non fossero degnamente rappresentati.

Per le funi, la miglior produzione era quella delle case belghe, e fra queste la casa più antica ed importante di Vertongen Goens di Termonde, la quale fabbrica funi di canapa e di aloè (canapa di Manilla) del diametro fra 15 e 65 mm. Queste funi sono considerate le meglio fabbricate e le più resistenti; esperienze fatte negli anni 1887-88 dalle ferrovie governative del Belgio hanno dato per resistenza alla rottura per trazione chilogr. 9,50 a 12 per mm. q. Questa Casa fabbrica anche funi metalliche in ferro ed in acciaio, composte normalmente di 6 trefoli di 7 fili caduno; per il fil di ferro

di prima qualità (non galvanizzato) si garantisce una resistenza di 75 chilogr. per mm. q; per il fil di ferro ordinario chilogr. 65, per il filo d'acciaio tra 80 e 170 chilogr. a seconda della qualità.

Anche alcune case francesi, come Benet e Duboul di Marsiglia, fabbricano buone funi di canapa di Manilla, per le quali si garantisce una resistenza alla rottura per trazione di chilogr. 5 a 6 per mm. q., e di cauape d'Italia per le quali la resistenza è compresa fra 7 ed 8 chilogr.

Per le cinghie di cuoio si è progredito assai nella loro fabbricazione.

Mentre nel 1878 la cinghia più potente aveva m. 0,800 di larghezza, nel 1889 si avevano cinghie di cuoio, doppie, della larghezza di m. 1,20 capaci di trasmettere sino a 600 cavalli; tali erano le cinghie delle case A. Radermecker di Verviers (Belgio) e quelle di Scellos (Parigi).

La fabbrica Scellos espone cinghie di cuoio semplici, oppure doppie o triple della larghezza sino a m. 1,20. Queste ultime sono cucite nel senso longitudinale, oppure sono saldate con o senza cucitura sui due lembi. Questa casa ha anche cinghie rinforzate con lamina cucita oppure saldata sui lembi.

Presenta poi una cinghia speciale della larghezza di 2 metri e dello spessore di 15 mm., formata da tante liste di cuoio messe di costa, saldate fra loro, la quale è capace di trasmettere 800 HP. Le cinghie Scellos erano molto applicate alle macchine della grande galleria.

Anche la Casa G. Angus e C<sup>a</sup> di New-Castle ha cinghie di cuoio semplici, doppie, rinforzate o non; ma espone eziandio funi fatte con trefoli di cuoio e catene di Galles nelle quali le piastre articolate sono di cuoio. Queste catene però, impiegate come cingolo, risultano eccessivamente pesanti e non servono che per le piccole velocità, ed i grandi diametri di puleggie.

b) *Puleggie e tamburri.* — Nelle trasmissioni a grande velocità mediante cinghie, una delle difficoltà maggiori a cui si va incontro è quella di poter aver puleggie perfettamente equilibrate. Una puleggia non equilibrata rispetto il suo asse

di rotazione ha per effetto di impedire che lo sforzo trasmesso sia uniforme durante un giro; questo inconveniente è tanto più grave, quanto più grande è il raggio della puleggia. Ora sonvi dei casi, come nelle trasmissioni per dar moto alle macchine dinamo-elettriche in cui è assolutamente indispensabile l'uniformità della forza trasmessa.

I costruttori di macchine sanno quale diligenza e lavoro di finimento occorre per ottenere che le puleggie fuse in ghisa riescano, se non perfettamente, almeno a sufficienza equilibrate. Ma queste puleggie, specialmente per i grandi diametri, risultano pur sempre troppo pesanti, fragili e costose.

Si pensò di sostituire alle puleggie in ghisa altre aventi razze e corona in ferro; ma queste non diedero risultati abbastanza soddisfacenti, anzitutto per il loro costo ancora troppo considerevole e poi per non essere abbastanza solide ed esenti da vibrazioni, specialmente sotto l'azione di sforzi trasversali; queste puleggie quindi non sono oggidì di uso generale, ma si impiegano, si può dire, solo in quei casi in cui si tratta di sostituire le puleggie di ghisa in due pezzi.

La Casa Ludwig e Schopfer, costruttrice di macchine a Berna, trovò modo di costruire puleggie di ferro, leggere, perfettamente equilibrate, solide e d'un costo, qualunque sia il diametro, inferiore a quello delle puleggie in ghisa od in ferro fin qui conosciute.

Queste puleggie che figuravano all'Esposizione di Parigi, sono di costruzione semplicissima, cioè formate di un mozzo e di una corona in ferro rilate mediante due lamiere, anche in ferro, le quali presso alla corona sono inchiodate l'una all'altra, e vanno allontanandosi andando al mozzo ove sono fissate con ribaditi a due dischi venuti di getto col mozzo. Al fine di permettere le dilatazioni, dovute ai cambiamenti di temperatura, le accennate lamine presso il mozzo sono leggermente ondulate, e talvolta, quando si tratta di grandi puleggie, il mozzo stesso è diviso in due parti distinte.

Per le puleggie destinate a ricevere una fune le pareti della corona sono costituite dal prolungamento delle stesse lamiere che si dipartono dal mozzo. Si fanno queste puleggie tanto in

una come in due parti rilegate al mozzo; come pure si costruiscono tamburi, ruote, ecc.

È evidente che questa costruzione fornisce puleggie non solo leggere ed equilibrate, ma solidissime e non soggette a vibrazioni trasversali come avviene per le puleggie a piccole razze in ferro.

Il prezzo, a parità di diametro e larghezza di corona, secondo la tariffa della Casa costruttrice, è sempre del 5 al 10 0/0 inferiore a quello ordinario delle puleggie in ghisa.

c) *Innesti.* — Il collegamento di due alberi posti l'uno sul prolungamento dell'altro mediante innesti mobili, si fa, con l'innesto a denti finchè è piccola la velocità di rotazione degli alberi, e piccolo è lo sforzo di torsione; oppure con l'innesto a frizione quando la velocità eccede 80 a 100 giri al primo, oppure è considerevole lo sforzo di torsione.

Gli innesti di frizione però hanno quasi tutti l'inconveniente di provocare un grande sforzo longitudinale sull'albero e dar quindi luogo ad attriti considerevoli ed usure rapide nei colletti di ritegno dell'albero.

Quest'inconveniente, già grave per le medie forze, diventerebbe intollerabile quando si trattasse di collegare alberi destinati a trasmettere sforzi potentissimi ed a grandissima velocità. Infatti in questo caso la manovra diventerebbe faticosissima e le pressioni sui supporti sarebbero tali da compromettere la solidità dei supporti stessi, e creerebbero resistenze d'attrito e usure enormi.

Farcot immaginò un innesto a frizione il quale ovviando a tutti gli inconvenienti sovra accennati si prestasse con tutta facilità per collegare alberi rotanti a grandissima velocità e trasmettenti una forza motrice potentissima. Egli fu costretto a costruire un tale innesto per impiegarlo negli alberi di trasmissione che danno moto a potenti macchine dinamo-elettriche.

L'innesto immaginato e costruito da Farcot trovavasi appunto applicato, nella grande galleria delle macchine, al collegamento di due alberi di punta, trasmettentisi 500 cavalli di forza, e facenti 300 giri al primo. È il primo innesto che si abbia mai veduto applicato in condizioni così eccezionali. Esso,

è d'uopo subito il dirlo, risolve nondimeno in modo completo il problema, e risponde pienamente al suo ufficio.

Si compone di un cono in ghisa, calettato sull'albero trasmettente, il quale porta parecchi assi folli nei fori della flangia del cono che attraversano. Questi assi ad un'estremità ed in corrispondenza del cono sovraccennato, si avvitano sopra un secondo cono la cui frizione col precedente deve poi produrre l'innesto, all'altra estremità portano due rocchetti dentati successivi l'uno all'altro ed imboccantesi rispettivamente uno con una ruota dentata anulare, l'altra con una ruota a sprone di cui vanno provviste due puleggie adiacenti montate folli sull'albero trasmettente. A completare la descrizione dell'apparecchio debesi ancora aggiungere che il secondo cono di frizione è a sua volta abbracciato da una puleggia a cono calettata sull'albero da innestarsi, e che ciascuna delle due puleggie piane più sopra nominate, dette puleggie di comando, è provvista sulla periferia esterna di un freno a bindello ordinario, manovrato da una leva.

È poi evidente che le due puleggie di comando, quantunque montate folli, rotano tuttavia assieme all'albero trasmettente, e ciò in virtù delle ruote dentate e rocchetti che le collegano al cono calettato sull'albero medesimo.

Agendo col freno sopra una delle puleggie si obbliga questa a rallentare la sua rotazione, quindi i rocchetti che imboccano colla sua ruota dentata e con essi gli assi che li portano subiranno una leggera rotazione. È appunto questa rotazione che obbliga il secondo cono a trasportarsi parallelamente all'asse comune degli alberi da collegarsi e quindi a produrre per esempio, l'innesto. Avvenuto l'innesto si può liberare la puleggia di comando dall'azione del freno.

Se per contro si agisce col freno sull'altra puleggia di comando le cose manifestamente si invertono; si produce allora una rotazione in senso inverso al precedente dei rocchetti e degli assi dianzi nominati, quindi si obbliga il secondo cono ad allontanarsi da quello con cui era a contatto, epperò si produrrà il distacco dell'albero condotto da quello conduttore.

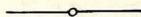
Da questo modo di funzionare dell'apparecchio risulta che l'attacco ed il distacco dei coni di frizioni si opera utilizzando la stessa forza da cui è animato l'albero motore, per modo che l'operaio può, con tutta facilità, porre o togliere l'innesto sovra alberi di qualunque potenza, non producendo che il piccolo sforzo necessario per arrestare, momentaneamente, per rapporto, a tutto il sistema rotante, l'una o l'altra delle puleggie di comando. Si vede inoltre che gli sforzi esercitati sull'apparecchio mutuamente si elidono fra le diverse parti che lo compongono, senza che la più piccola spinta longitudinale si trasmetta agli alberi.

Farcot ebbe ancora l'avvertenza di aggiungere, nell'interno dell'apparecchio, delle molle convenientemente proporzionate e disposte, affinchè le masse collegantisi abbiano tempo sufficiente per mettersi in moto senza soffrire sforzi d'inerzia che, alle velocità con cui si opera, potrebbero compromettere la stabilità dell'innesto.

Osserverò finalmente che l'innesto sovra descritto può, con tutta facilità, adattarsi a puleggie che si vogliano istantaneamente rendere folli o fisse sovra un albero di qualunque potenza e senza arrestare il movimento dell'albero stesso. Si presenta questo caso negli alberi ai quali sono applicate diverse puleggie trasmettenti il moto a diverse macchine dinamo-elettriche, le quali devono indipendentemente l'una dall'altra mettersi in azione, oppure al riposo.

Torino, 10 dicembre 1889.

Ing. prof. A. BOTTIGLIA.



---

# L'INDUSTRIA METALLURGICA

all'Esposizione Universale di Parigi dell'anno 1889

Relazione del prof. A. BONACOSSA

---

La Metallurgia all'Esposizione di Parigi era rappresentata nel palazzo delle Industrie, nella Galleria del lavoro ed in alcuni recinti isolati nel Parco ed alla spianata degli Invalidi, da variate e ricche collezioni di prodotti di molte officine e da indicazioni sui più recenti processi di lavorazione e specialmente per quanto riguarda l'industria del ferro nella sezione francese. Le altre nazioni, pure quelle di primaria importanza in questa industria, erano rappresentate o da pochi espositori o nulla affatto. Non era che nelle Sezioni del Belgio e dell'Inghilterra, dove si presentavano alcune collezioni siderurgiche di seria importanza, ma troppo ristrette ed affatto insufficienti a dare un concetto del grado di sviluppo e di progresso della siderurgia in quelle nazioni.

Non si poteva certo dire rappresentata per l'Italia questa importante industria, dall'esposizione dell'unica officina italiana che vi figurava, quella cioè della ditta Gregorini di Lovere, sebbene essa presentasse delle produzioni pregevoli ed assai bene ordinate.

La Germania, l'Austria-Ungheria, la Svezia, gli Stati Uniti d'America, non erano punto rappresentati nell'industria del ferro, e se eccettuansi alcune collezioni di secondaria importanza di officine russe ed altre insignificanti della Spagna, del Portogallo, della Norvegia ed alcuni minerali di ferro di diverse regioni non europee, neppure i rimanenti Stati in cui la lavorazione del ferro non è priva d'importanza, si potevano considerare rappresentati alla Mostra Universale.

Ad onta però di questa deficienza di espositori dei diversi Stati, l'Esposizione Siderurgica presentava elementi di osservazione di primaria importanza, atti a far rilevare i principali progressi e perfezionamenti di lavoro che si sono compiuti in tale industria nell'ultimo decennio, dopo cioè la precedente Mostra Universale del 1878, e ciò specialmente per mezzo delle numerose e ragguardevoli collezioni di prodotti e dati che si ammiravano nella sezione francese.

Quivi, tenendo conto e facendo confronto delle condizioni locali di diverse officine esponenti con quelle corrispondenti di parecchie officine d'Italia, non si poteva a meno di trarre utilissimi ammaestramenti per l'industria del ferro nel nostro Paese, la quale, com'è noto, benchè abbia avuto ragguardevole incremento in questi ultimi anni, in molti lati è ancora discosta da quei perfezionamenti possibili a raggiungersi e da quell'indirizzo scientifico fatto ora viepiù indispensabile, perchè abbia ad avere tutto quell'incremento di cui è suscettibile in parecchie fabbricazioni.

In quanto alla Metallurgia degli altri metalli, l'Esposizione non presentava molto di rimarchevole se escludessi le lavorazioni di finitura meccanica per molti di essi, che ammiravansi svariatisime. Ma dal lato di procedimenti metallurgici, propriamente detti, riferentisi cioè al trattamento dei minerali o di prodotti intermediari di loro lavorazione, per la estrazione del metallo epurato in essi contenuto, non si aveva a rimarcare di essenzialmente importante che i prodotti del processo. Manbés pel trattamento di minerali di rame e di nichelio, i prodotti di alluminio metallico e in leghe diverse ottenuti con nuovi processi della via ignea e di elettrolisi. Fra le varie leghe metalliche esposte era specialmente distinto il metallo *Delta*.

L'estesa applicazione del nichelio metallico ottenuto purissimo con migliorati procedimenti di affinazione era pure notevole, e di questo metallo vedevansi con interesse, sebbene non come novità, i prodotti di trattamento delle *garnierite* col noto processo degli alti forni applicato nella nuova Caledonia e con altri processi recenti.

Lo zinco figurava per le applicazioni svariate di cui presentavansi saggi moltissimi esposti con vero lusso dalla Società Vieille Montagne, ma della sua metallurgia non si notava nulla di modificato sull'antico processo per distillazione.

Nella presente relazione mi occuperò specialmente dell'industria del ferro, essendo questa la meglio rappresentata all'Esposizione Metallurgica e quella che ha una preponderante importanza. Perciò dovrò intrattenermi specialmente delle officine francesi, pel motivo, come dissi, che erano quelle che presentavano i maggiori elementi di osservazione. Riferirò in seguito, per quest'industria, solamente ciò che presentavano di notevole le Esposizioni del Belgio e dell'Inghilterra, non trovando argomento di far citazioni per le Esposizioni degli altri Stati.

Riassumerò infine sui recenti progressi di questa industria compiutisi dopo l'ultima Esposizione del 1878 in quanto si potevano desumere dall'Esposizione.

In quanto agli altri metalli dovrò limitarmi a poche osservazioni sulla metallurgia del Rame, dell'Alluminio, del Nichelio, dello Zinco ed accenni sulle nuove leghe.

## I.

### Metallurgia del ferro.

La parte caratteristica dell'Esposizione Siderurgica riguardava specialmente la produzione degli acciai fusi coi processi Bessener e Martin, coi processi di deforforazione Thomas e Gilchrist e coi vecchi processi al crogiolo, per le più varie gradazioni di composizione chimica e di proprietà fisiche e meccaniche, distinte per specialità di applicazioni.

Dalle numerose e variate collezioni di questi prodotti allo stato di lingotti, di getti moltissimi, di pezzi lavorati in ogni modo per tutte le applicazioni possibili, veniva addimostroato che lo studio degli acciai, forma tuttora la principale occupazione nelle officine, sia per ricercare nuove qualità di resistenza o altri pregi fisici con perfezionamenti di processi o con nuove e speciali composizioni, sia per raggiungere sempre nuove economie di fabbricazione. I risultati che in questo campo di studi si ottennero, costituiscono i più rilevanti progressi della Siderurgia di questi ultimi anni, e furono causa dell'estendersi sempre più l'applicazione del metallo fuso in sostituzione dei prodotti di antica fabbricazione ottenuti in masselli.

Sarà pertanto sulla fabbricazione degli acciai fusi, che specialmente dovrò intrattenermi per la metallurgia del ferro.

#### SEZIONE FRANCESE.

Quasi tutte le officine più importanti di Francia avevano esposto, come risulta dalle indicazioni del Catalogo ufficiale, e pertanto riusciva nel complesso ben interessante l'osservare quelle variatissime qualità di prodotti in rapporto alla ripartizione delle officine siderurgiche sul territorio francese distinte in aggruppamenti, ciascuno dei quali caratterizzato da specialità di lavorazioni preponderanti, giustificate dalle condizioni locali.

L'attuale ripartizione delle lavorazioni del ferro nei centri principali di officine sul territorio francese, è ben diversa da quella di non molti anni addietro, dopo cioè le ultime radicali innovazioni nei processi siderurgici.

Atteso poi la grande varietà di condizioni locali che presentano i vari gruppi di officine ripartiti sul territorio francese, riesce interessante il rilevare l'indirizzo caratteristico nelle lavorazioni in ciascun gruppo, motivato dalle rispettive condizioni, e soprattutto per gli approvvigionamenti di materie prime.

Nella breve rassegna delle principali officine che qui dovrò fare, invece di citarle nell'ordine come si succedevano le rispettive esposizioni, procurerò di far rilevare le condizioni di eser-

cizio di ciascuna, separandole in gruppi e comprendendo in ciascuno di questi quelle officine aventi analogie circa gli approvvigionamenti di combustibile, di minerali o di ghisa. In tal modo, riusciranno ravvicinati i prodotti aventi analogia di natura e di lavorazione, si potranno evitare ripetizioni saltuarie e seguire un certo ordine pratico atto a facilitare degli apprezzamenti.

Come è noto le officine siderurgiche sono molto disseminate sul territorio francese, ma i centri di maggior importanza che comprendono i più notevoli stabilimenti siderurgici, si possono ripartire nei seguenti *gruppi*:

1° *Gruppo del Nord e del Pas di Calais* che primeggia per importanza di produzione.

2° *Gruppo delle Moselle e Alta Marne* che acquistò recentemente la più grande importanza, in seguito all'applicazione del processo Thomas.

3° *Gruppo del bacino del Rodano* comprendente i tre centri distinti del Gard, della Loire e del Creusot, caratterizzati per le produzioni di scelte qualità, ricorrendo in varî modi, ad prodotti, per importazioni di minerali e di ghise dal litorale mediterraneo.

4° *Gruppo del Centro* ossia dell'Allier e del Nievre il quale comprende poche officine ma importanti per la specialità di la più parte di scelte qualità, derivanti tutti da minerali francesi.

Citerò le più importanti officine di ciascuno di detti gruppi, rilevando ciò che mi sembrò di più notevole a rimarcarsi nelle rispettive esposizioni. Si dovrebbero ancora poi citare alcune officine delle regioni di antica rinomanza delle *Ardenne*, della *Franca Contea*, dell'*Isère* ed altre, che erano pure rappresentate da pochi prodotti, ma di sceltissime qualità e per modo di dare un criterio delle nuove condizioni ristrettive a cui le medesime furono ridotte dopo la trasformazione subita dall'industria coi moderni processi. Un esame particolareggiato di queste officine sarebbe forse più delle altre interessante per l'Italia, atteso il ravvicinamento delle condizioni economiche loro con quelle di parecchie officine nostre ma troppi scarsi dati si poterono avere per ciò fare eppertanto dovrò, a questo proposito, limitarmi a pochissime citazioni.

1° Gruppo. — Officine del Nord e del Pas di Calais.

La regione del Nord e del Pas di Calais occupa il primo posto in Francia pel quantitativo di produzione di ferri ed acciai (circa mezzo milione di tonnellate annue) ed è pure la più importante per produzione di ghisa, dopo la regione della *Mosella*; tuttavia se ne deve ancora importare per soddisfare ai bisogni delle sue acciaierie e fucine. Questo grande sviluppo di lavorazione è dovuto essenzialmente al trovarsi quelle officine su una ricchissima zona carbonifera o da essa a poca distanza. I minerali non abbondano nella località, ma riesce colà facile provvederne di oolitici dalla *Mosella*, altri da miniere delle *Ardenne*, e per via di mare, riesce pur facile, provvederne dall'estero.

Il caratteristico delle produzioni di questa regione sono gli acciai *Bessemer* e ferri pudellati ordinari pel commercio che traduconsi specialmente in *rotaie* i primi e in *barre profilate* gli ultimi. Però con la importazione di minerali esteri per via di mare, fu pure reso possibile di estendere le produzioni, anche alle qualità scelte degli acciai Martin e degli acciai speciali al crogiolo e di cementazione.

Le costruzioni meccaniche di ogni categoria formano pure oggetto di ampie lavorazioni che di frequente si trovano annesse alle officine siderurgiche.

I principali stabilimenti della regione del Nord figuravano con un'esposizione collettiva in un fabbricato isolato denominato il *Pavillon des Forges* du Nord, e quivi attiravano speciale attenzione le collezioni della Società Denain-Anzin e quelle di *Hauteumont*, di *Maubeuge*, non solo pei prodotti, ma altresì pei bellissimi modelli in scala di 1:20 di parecchie installazioni di miniere di carbone e di officine, per disegni e dati riferentisi a nuovi impianti di acciaierie.

Le officine siderurgiche del Pas de Calais non defferiscono guari da quelle del Nord per importanza e per specialità di produzioni. Anch'esse sono specialmente produttrici di acciai Bessemer per rotaie, di barre profilate, di ferri di pudellatura

pure laminati di qualità ordinarie pel commercio. Esse però non erano molto distintamente rappresentate alla Esposizione, in quanto a prodotti, ma presentavano molto interesse per i disegni e dati esposti sul recente stabilimento di *Isbergues* costituente un vero modello di acciaieria Bessener completo, con annessi alti forni, ove notavansi le più perfette disposizioni moderne ed una grandiosità di costruzione non comune.

Cito qui alcune note sulle singole esposizioni fra le più rimarchevoli delle officine di questa regione.

OFFICINE DEL NORD: *Stabilimenti di Denain e di Anzin.* — Sono due distinti stabilimenti, entrambi grandiosi, vicino a Valenciennes appartenenti alla Società des *Hautes Forneaux Forges et Acieries de Denain et Anzin*, ed i più importanti fra tutti quelli della regione del Nord, specialmente dopo i recenti ampliamenti che hanno subito.

La loro produzione che nel 1878 era di 80 mila tonnellate, fra ghise, ferri ed acciai, aumentò nell'ultimo esercizio a 150 mila, di cui 120 mila in ferri e acciai laminati.

Gli impianti essenziali di questi due grandi stabilimenti consistono in:

10 alti forni delle più grandi dimensioni ed atti a produrre ciascuno da 80 a 120 tonn. di ghise in 24 ore.

2 fosse Bessemer con 4 convertitori di 10 tonn.

3 forni Martin di 12 a 18 tonn. ciascuno.

70 forni di pudellatura ordinari e doppi.

40 forni a riverbero per riscaldi, parte a gaz e parte a griglia.

Da questi dati si può dedurre il resto per impianti di apparecchi di laminazione e finitura.

Oltre a ciò stanno annessi agli stabilimenti opifici per costruzioni meccaniche, forni per la fabbricazione del coke, impianti per la produzione delle materie refrattarie, una grandiosa fonderia per ghisa e per rame.

I minerali trattati provengono dalle concessioni che la Società possiede nell'Est di Francia (oolitici) e da Bilbao in Spagna. I primi sono destinati specialmente per produzioni di ghise da pudellatura, gli ultimi sono destinati per gli acciai Bessemer.

Ma ciò che qui interessa sopra tutto è la nuova acciaieria che fu costrutta a Denain con gli annessi alti forni, che si può citare come tipo di un completo impianto, presentante tutti i perfezionamenti dell'arte moderna; ed è certo la più ragguardevole che vi sia in tutta la regione del Nord. Essa fu costruita in pianura in uno spazio rettangolare di 8 ettari circa. Davanti alla linea degli alti forni sonvi le 2 fosse dei 4 convertitori Bessemer, occupanti il centro di un vasto recinto coperto, contenente tutti gli annessi pel loro funzionamento. A lato di questo recinto stanno gli impianti per la lavorazione dei lingotti e traduzione loro in rotaie e in barre profilate finite.

La disposizione complessiva della nuova acciaieria era assai bene rappresentata nella galleria delle macchine, da un modello nella scala di 1:20, raffigurante gli alti forni colle fosse Bessemer con tutti i dettagli.

Si poteva facilmente su quel modello seguire l'arrivo delle materie prime: combustibili, minerali diversi e castina, la classificazione loro nei rispettivi stalli, il caricamento loro dagli stalli in vagonetti l'elevazione di questi sui montacariche fino alle bocche degli alti forni, la disposizione di questi ultimi con tutti i loro annessi, e persino i dettagli per la colata delle ghise e delle loppe. Quest'ultime vengono colate in bacini ripieni di acqua e utilizzate per la fabbricazione di mattoni e di pietre artificiali di forme sagomate. Questi materiali furono esclusivamente adoperati per la fabbricazione della Galleria dell'Esposizione delle officine del Nord.

La ghisa, portata dall'alto forno in vagone-caldaia viene elevata con mezzo idraulico a livello della piattaforma dei convertitori e versata in questi. L'operazione procede come al solito, ma va notata una particolarità: Alla ghisa vengono aggiunti nel convertitore il 10 o 15 0/0 di rottami di ferro, rifiuti di acciaio in grossi pezzi preventivamente riscaldati. L'altissima temperatura del bagno di ghisa all'atto in cui viene versata nel convertitore, permette tale aggiunta.

Nella giornata si fanno per ciascuna fossa da 18 a 20 operazioni. La disposizione delle fosse permette di far funzionare all'uopo i due convertitori contemporaneamente con perfetta

indipendenza l'uno dall'altro. La prontezza e la facilità con cui si può fare il ricambio dei fondi ed il ricambio stesso del corpo del convertitore, rendono ciò possibile.

Si colano lingotti atti a produrre ciascuno due rotaie ordinarie di ferrovia. La laminazione di queste si fa in due volte con riscaldamento intermedio. Il riscaldamento dei lingotti (blooming) sbizzati, si fa in lunghi forni a riverbero a griglia soffiata, utilizzando in seguito le fiamme perdute per la produzione del vapore.

Il laminatoio a rotaie è a quattro gabbie, di cui due sbizzatrici a trios e due finitrici a due cilindri provveduti di elevatore idraulico a rulli girevoli manovrabile da un banco di comando.

Il motore è una macchina a vapore ad un sol cilindro della forza di 450 cavalli, ad espansione variabile, del tipo *Mayer* ed a condensazione.

Gli alti forni dell'acciaieria non fondono che minerali ricchi e privi di fosforo, provenienti dalla Spagna e dall'Africa. Malgrado il poco Manganese che essi contengono, le ghise hanno fino il 5 0/0 di *Mn*, e ciò si ottiene col rinfondere le scorie dei convertitori e parte delle loppe. Con queste ghise si riesce a compiere al Bessemer, operazioni per acciaio dolce, senza dover fare aggiunte di *Spiegel*.

La materia prima consumata annualmente dallo stabilimento ammonta a 150 mila tonn. di coke e 200 mila di litrantrace, ossia un totale di 450 mila tonn. di litrantrace; 300 mila tonn. di minerale di cui 180 mila di provenienza estera. La castina deriva da cave in vicinanza delle officine.

Gli operai impiegati dalla Società sono circa 4000.

La classificazione degli acciai che produconsi a Denain è data dal seguente specchio, in cui furono annotate alcune qualità caratteristiche per ogni categoria di prodotti:

**Prodotti ottenuti al Convertitore Bessemer.**

CLASSIFICAZIONE acciai	Tenere in C. per 0/0	Resistenza in Kg. per mm. q.	Allung. <sup>to</sup> per 0/0	NOTE
Ferro omogeneo extra dolce . .	0,04-0,06	33 a 35	29 a 31	Sisalda bene, non tempra, serve per <i>billette</i> , fili telegrafici, catene, chiodi da cavallo.
Ferro omogeneo dolce . . . . .	0,06-0,08	35 a 37	27 a 29	Si salda, non tempra, serve per lamiere, per chiodi, ribaditura e per catene, per pezzi stampati alla matrice, ecc.
Ferro omogeneo per Calderaio .	0,08-0,12	38 a 40	25 a 27	Non tempra e si salda; oltre che per caldaie serve per pezzi da fucinarsi, cerchiatura cannoni, pezzi meccanici, ecc.
Acciaio dolce per costruzioni . .	0,15-0,20	42 a 46	22 a 25	Non tempra, si salda, serve per pezzi che devono resistere a gran sforzi di flessione e torsione.
Acc. <sup>io</sup> semi-dolce per costruzioni .	0,20-0,30	45 a 50	18 a 22	Tempra leggermente, salda, serve per sale da vagoni e locomotive, cerchioni, piccole rotaie, ecc.
Acciaio semi-duro per molle. . .	3 —	59 a 62 lim. elasticità 39 a 41	15 a 20	Serve per molle dolci in generale.
Acciaio duro per molle . . . . .	—	65 a 70 lim. elasticità 45 a 48	10 a 15°	Serve per Molle da vettura e da respintori ferroviari.
Acc. <sup>io</sup> extra-duro per utensili . .	—	70 a 80	8 a 10	Serve per Martelli, lime, sciabole, seghe, utensili diversi.

La specialità delle produzioni dell'officina, risultava da un campionario ben completo e fra queste distinguevansi i seguenti:

Ferri ed acciai in barre e profilati di tutte dimensioni pel commercio distinti per la nettezza di profilatura dovuta ad una perfezione di laminazione non comune.

Larghi piatti in ferro pudellato ed in acciaio — Lamiere, dello spessore da mezzo mm. fino a 6 mm. e delle dimensioni fino a m. 2,50 di larghezza e 10 di lunghezza.

Rotaie di acciaio del peso di 4,5 kg. fino a 45 kg. per metro corrente, di una omogeneità di metallo ed esattezza di profili inappuntabili.

Traversine di acciaio e pezzi diversi per armature di ferrovie.

Getti di acciaio di bellissimo aspetto, fra i quali un supporto d'affusto per pezzo d'artiglieria marina, ruote d'ingranaggio, pignone per treno laminatoio, senza menome soffiature visibili.

Tubi ghisa di diverse dimensioni, fili d'acciaio, ecc.

Vanno notati in questa bellissima collezione dei pezzi in acciaio colato in stampi aventi forme assai complicate, di spessori molto saltuari, pezzi che non eran possibili ad ottenersi che colla fucinazione pochi anni or sono, e che ora ottengono con tutta sicurezza colla colata. È dato a ben poche officine il riuscire così perfettamente in simile lavoro, ormai divenuto corrente.

Completava l'esposizione grande numero di pezzi stati provati come saggi di resistenza dei vari prodotti dell'officina coi risultati relativi, e specialmente ammiravansi i risultati di resistenza ottenuti sui ferri omogenei provati a freddo ed a caldo a diverse temperature.

Interessava poi ancora un bel modellino in rilievo della miniera *Côte-Rouge*, dalla quale si estraggono 350 mila tonn. di minerali oolitici all'anno dalle due Società di Denain-Anzin e di Maubeuge. La prima possiede altresì, in comune con la Società Franco Belga, estese miniere a Bilbao, delle quali erano esposti bellissimi disegni nella galleria delle macchine, con varie indicazioni sulle loro coltivazioni.

*Società des Forges de la Providence.* — Lo stabilimento di questa Società è situato a Hautmont ed ha una potenza di produzione, per ghise, non inferiore a quello di Denain-Anzin, cioè di 167 mila tonn. annue. Di queste circa 100,000 vengono affinate in forni di pudellatura per la fabbricazione di barre mercantili, barre profilate e travi a doppio T, circa 4000 tonnellate vengono tradotte in getti e il resto in acciai Martin. Occupa anche questa Società 4000 operai circa.

La consistenza dell'officina è di sette alti forni delle massime dimensioni e qualcuno dei quali è atto a produrre fino 120 tonnellate circa di ghisa nelle 24 ore; 96 forni di pudellature, 48 forni di riscaldamento tutti a griglia; 23 treni di laminatoi di tutte le gradazioni, oltre gli annessi di fonderie e di una importante officina di costruzioni meccaniche e di calderai.

Per l'acciaio Martin-Siemens, hanno un'impianto separato ma di non molta importanza, essendo ancora qui conservata la specialità di prodotti pudellati.

In quanto alla natura delle produzioni esse sono analoghe per tutte le officine del Nord, e consistono in ferri in barre e sagomati.

Qui non si fanno rotaie laminandosi quasi tutto ferro pudellato. Vi è estesa la produzione di ferri a doppio T, larghi piatti e lamiere, genere questi in cui il pudellato ha ancora molto smercio. Si fanno ruote piene in ferro ed in acciaio, ed anche qualche getto di acciaio, come riscontrasi ormai dappertutto nelle officine d'importanza.

Come potenza di mezzi di laminazione esponevasi una trave a doppio T di 20 metri e del peso di 3600 kg., lamiere di ferro e di acciaio di 8 m. per 2,50 m. e 2400 kg. di peso. Gli acciai Martin sono in gran parte tradotti in lamiere per uso della marina e per caldaie.

Qui pure distinguevasi una collezione di saggi alla trazione delle diverse qualità di prodotti classificati in base ai risultati di resistenza, meccaniche. Notavansi con interesse i saggi di saldatura degli acciai dolci e ferri omogenei, le prove di piegature e le sagomature a matrice per le lamiere di ferro pudellato e di metallo fuso.

*Officine diverse della regione del Nord.* — Alle esposizioni delle officine precedenti nella stessa galleria speciale (*Pavillon des forges du Nord*), seguono diverse altre tutte però di prodotti analoghi di ferri profilati. Le diverse grandi officine del Nord non differiscono in quanto a lavoro che in qualche secondaria specialità di finitura e nel dare più o meno sviluppo o alla produzione di ghisa o a qualche distinta categoria di barre laminate, ma il caratteristico sta sempre nelle ghise di affinazione e di getto a buon mercato e nei ferri mercantili in gran parte di pudellatura. Sono riservate a ben poche officine le grandi produzioni di acciai Bessemer per rotaie, ma si fanno quasi in tutti alcuni prodotti di qualità scelta, come acciai speciali al Martin e al crogiolo per arsenali militari (obici, cerchi da cannoni, getti in acciaio, molle, fili, ecc.). È peraltro questo in generale un ramo di lavoro di secondaria importanza.

Rimarcansi i prezzi delle ghise di affinazione per Maubeuge p. e. di L. 4,50 il quintale; quelli dei ferri ordinari pudellati di L. 12 il quintale dati su vagone.

*Società alti forni di Maubeuge.* — Lo stabilimento di Maubeuge non produce che ghise e ferri e acciai pudellati. La sua importanza rilevasi dai seguenti dati:

La produzione è di 5 a 6 mila tonnellate ghisa in getti diversi, 45 mila tonnellate ferro di pudellatura laminato in barre a profili diversi. Le officine comprendono due alti forni, una grandiosa fonderia per seconde fusioni, un impianto per pudellatura e laminazione.

Gli alti forni sono di moderna costruzione, ed atto ciascuno a produrre 90 a 100 tonnellate di ghisa d'affinazione nelle 24 ore. Sono muniti di apparecchi Whitwel e di due macchine soffianti verticali a trazione diretta di 200 cavalli ciascuna, in sostituzione delle antiche macchine a bilanciere.

I minerali provengono dalla Mosella e dal Luxembourg nella massima parte (oolitici).

Per la pudellatura e finitura dei ferri si dispone di 24 forni doppi, che hanno recentemente sostituiti i 48 forni semplici

che esistevano prima, di 4 magli, di due piccoli treni condotti a cinghia, due treni medi e due treni grossi, di recente impianto questi ultimi per la laminazione a grandi lunghezze dei grossi pezzi profilati. Questi 6 treni montati a *trios*, sono serviti da 10 forni di riscaldamento.

La fonderia comprende 4 cubilotti di nuovo sistema provvisti di ventilatore Rooth, monta cariche e di parecchie *gru* di cui due di 23 tonn. attivate con funi teladynamiche. Essa produce getti fino al massimo peso ciascuno di 30 tonnellate.

La novità che sovra tutto qui attirava l'attenzione era un piccolo impianto per saldature elettriche, sul modello di quello più grande, stabilito da qualche anno all'officina di Maubeuge, dove questo modo di saldature è adottato.

Si ottiene a mezzo dell'arco voltaico la fusione quasi istantanea delle parti superficiali dei due metalli da saldarsi. Si ammiravano saldature con questo processo di lastre di ferro con lastre di nichel.

Si asseriscono molti pregi e molto avvenire a tale procedimento. Notasi però che per ora non applicasi che in casi eccezionali e per pezzi di ristrette dimensioni. L'impianto per questa saldatura a Maubeuge è costituito da una motrice di 100 cavalli la quale attiva due dinamo di 300 ampère ciascuna.

*Officina della Società de la Fabrique du fer de Maubeuge.*  
— Quivi sono attivati 20 forni di pudellatura ed acquistansi le ghise per l'affinazione. La specialità di produzione sono le lamiere e larghi piatti. Se ne producono per 18000 tonnellate annue.

Bellissima era la collezione esposta di lamiere, ed assai rimarcati erano i dati relativi di sforzi sulla resistenza in lungo, in traverso, di allungamenti, ecc. Ciò che dimostra lo studio accurato che si fa in quelle officine per ottenere prodotti di ben precisate qualità meccaniche.

Fra gli oggetti esposti distinguonsi due larghi piatti uno di 40 metri e di sezione  $290 \times 8$  mm. ritorti a freddo in forma di elica; altro di 28 metri per  $270 \times 9$  mm. con piegature

diverse. Due lamiere rigate di metri 4,75 per metri 2 e dello spessore di 5 a 7 mm. per uso di pavimento, diverse lamiere ricurve a calotta, a vasi, entro matrice, per fondi di caldaie, per piastre di focolare di locomotive, per focolari di caldaie marine, ecc.

Possono interessare alcuni dati di resistenza esposti per le diverse categorie di lamiere di quest'officina. Ecco i principali:

QUALITÀ DELLE LAMIERE	RESISTENZA per mm. q.		ALLUNGAMENTI	
	in lungo	in traverso	in lungo	in traverso
N. 1 qualità ordinarie. . .	Kg. 30	28	6 0 0	0 0 0
„ 2 ordinarie . . . .	„ 32	29	7 „	2 „
„ 3 extra (caldaie) . .	„ 34	30	8 „	3 1 2 „
„ 4 semi-forti . . . .	„ 33	32	12 „	3 „
„ 5 ferro forte superiore	„ 36	33	12 „	7 „
„ 6 fucinate al carbone di legna . . . .	„ 38	33	15 „	10 „
„ 7 simitari <i>Bowling</i> . .	„ 40	37	18 „	14 „
Lamiere di acciaio. . .	„ 40 a 45 kg.		20 „	a 26 „

*Acciaieria e fonderia di Valenciennes.* — È un esempio di grande officina non produttrice di ghisa ad ònta che ne consumi 150 mila tonnellate all'anno. Questa officina possiede un impianto Bessemer ed alcuni forni Martin per una produzione annua di 60.000 tonnellate acciaio, che viene, quasi tutto tradotto in rotaie. Dispone altresì di 28 forni di pudellatura e 12 forni per riscaldi e di 4 treni laminatoi nei quali, oltre alle rotaie, si producono ferri profilati; fabbricazione quest'ultima

caratteristica di quasi tutte le officine della regione, come fu detto. Anche qui si esponevano molti saggi di prove meccaniche.

*Officine delle Società Vehin-Aulnoye.* — Consistono in due officine per alti forni una a *Aulnoye* e l'altra a *Mosceville*. Ciascuna comprende due alti forni di grandi dimensioni, e complessivamente atte a produrre 140 mila tonn. di ghisa all'anno. Si trattano minerali di *Meurthe* e *Mosella* (*Compey* e *Boudeville*).

Due altre officine di affinazione a *Tilteul* ed a *S. Marcel* per la produzione di ferri profilati di ogni genere, ferri mercantili, larghi piatti, piccoli ferri per chioderie, buloneria, ecc. La loro produzione annua sale a 60 mila tonnellate circa tutte di ferri pudellati derivati da 68 forni di pudellatura semplici da 22 forni di riscaldamento, tutti con focolare a griglia e da 13 treni di laminatoi di cui alcuni per grossi profilati.

Le officine a ghisa sono congiunte per canali navigabili con quelle di affinazione. Sono esse situate a pochi chilometri dai bacini carboniferi di *Mons* e del *Nord* di Francia e vicinissime ai porti di *Anversa* e di *Dunkerque*.

Erano esposti diversi campioni di minerali di ferro, di ghise di affinazione, ed anche qui presentavasi una collezione completa di ferri profilati e di barre mercantili.

*Officine della Società Deumont et C. situate a Louvroil.* — La produzione loro è di 30.000 tonnellate di lamine di ferro e di acciaio e larghi piatti. Erano esposti diversi campioni di questi prodotti con diversi esempi di piegature e di pezzi a matrice addimostranti la grande dolcezza del metallo.

Sono queste delle poche officine del *Nord*, dove sia applicata la fabbricazione dell'acciaio *Martin* su suola basica per defosforazione. Se ne derivano prodotti di una dolcezza straordinaria, dei quali vedevansi esposti campioni allo stato di lingotti e di lamiere lavorate e piegate a freddo in svariatissime fogge.

L'officina dispone di un solo forno *Martin Siemens* a suola basica. N° 18 forni di pudellatura doppi, N° 9 forni per riscaldi ordinari, N° 3 treni a lamiere, altro per larghi piatti più il treno di pudellatura.

REGIONE DEL PAS DE CALAIS: *Officina d'Isbergues*. — Mi limiterò qui a citare il più grande stabilimento siderurgico della regione ed appartenente alla Società *des Acieries de France*, cioè l'acciaieria d'Isbergues, la quale interessa per la sua recente costruzione di un grande impianto Bessemer, fatto con tutti i perfezionamenti moderni con annessi due nuovi alti forni a grandi dimensioni.

La fossa Bessemer è a due convertitori di non più di 8 tonnellate ciascuno e può produrre fino a 540 tonnellate di lingotti di acciaio nelle 24 ore in 72 colate, e in via ordinaria 420 tonnellate in 56 operazioni.

Ogni convertitore ha la propria fossa di colata distinta ed estesa a 2½ di circonferenza lateralmente, ciò che permette una divisione completa del lavoro dei due convertitori e rende possibile, in uno spazio relativamente limitato la più grande produzione. Ogni fossa è provvista di gru centrale per la caldaia a colata e di due gru laterali, come al solito, idrauliche. Fra i convertitori sonvi tre cubilotti per la fusione dello *Spiegel*. Sonvi due macchine soffianti orizzontali del tipo *Compound* a condensazione.

La pressione idraulica pei vari servizi dell'acciaieria è di 25 atmosfere ed è ottenuta con tre pompe coniugate e spingenti l'acqua in un accumulatore di metri 4 di corsa e 0,15 di diametro di stantuffo.

La ghisa che si produce nei due alti forni dell'acciaieria deriva da minerali di Bilbao di scelta qualità. Gli alti forni sono del volume di 330 m. c.; hanno 20 metri d'altezza, 6 metri di diametro al ventre, metri 4,50 di diametro alla bocca e danno una produzione complessiva di 250 tonnellate ghisa Bessemer nelle 24 ore. Sono soffiati da quattro ugelli con vento a 22 cent. di pressione riscaldato a 750.° Vi è adattato la disposizione Lürmann perfetto chiuso.

La ghisa colata dall'alto forno è portata direttamente ai convertitori. Non si fanno seconde fusioni in cubilotti che in caso di ripieghi eccezionali. Nulla havvi da rimarcare circa al modo di condotta delle operazioni di trasformazione.

I lingotti levati dalle lingottiere, ancora rossi, vengono tosto

riscaldati in riverbero e 20 minuti dopo sono portati al treno *blooming* e tradotti in barre di sezione trasversale quadrata di 0,15 e 0,20 di lato. Dopo un nuovo riscaldamento queste sono tradotte in rotaie ad un treno reversibile, per modo che un lingotto dopo 35 o 40 minuti è tradotto in rotaia finita. Si producono al treno a rotaie 420 tonnellate di rotaie al giorno del peso di 30 a 35 chg. per metro. Lo stesso treno serve anche per barre di minori dimensioni. È reversibile anche il treno *blooming* (sbozzatore). Per rotaie più grosse si giunge con questo treno fino a 480 tonnellate di produzione al giorno. Oltre quel treno reversibile l'officina possiede altri treni per laminazione di barre profilate. Quei treni sono, quasi tutti, a trios.

Fa seguito alla tettoia di laminazione altra di finitura per rotaie, indi ampio cortile di deposito prodotti e banchine per caricamento su treni di ferrovia.

La classificazione, degli acciai qui prodotti è distinta in 5 categorie: dal metallo dolce extra (40 kg. resistenza e 30 0|0 allung.); fino all'acciaio extra duro (90 kg. resistenza e 10 0|0 allung.).

La produzione annua di questa officina è di 72000 tonnellate di prodotti finiti e può spingersi a 100 mila tonnellate quasi tutta in rotaie.

## 2° Gruppo. — Officine delle regioni della Meurthe e Mosella.

In queste regioni tutte le officine si trovano in condizioni ben differenti da quelle del gruppo precedente. La loro importanza produttiva si è fatta assai ragguardevole sopra tutto in questi ultimi anni, dopo l'applicazione di deforforazione al convertitore Bessemer col processo Thomas. Si è questo processo che qui è esclusivamente applicato ed ha dato luogo a splendidi nuovi impianti. Esso contribuisce già nella produzione francese per oltre 65 mila tonn. di acciaio annualmente.

La condizione caratteristica delle officine di queste regioni è di trovarsi su di una formazione ferrifera ricchissima, che somministra minerali oolitici, poveri ma al massimo buon mer-

cato (L. 2 o 2 50 la tonn. dati all'alto forno); di trovarsi poco discoste dai bacini carboniferi di Saarbruck e del Belgio dai quali provvedesi il combustibile.

Fra le officine rappresentate in questa esposizione meritano distinzione le acciaierie di Longvy e quelle di Joeuf, le più grandiose per impianti recentissimi per produzioni di acciai Thomas, nonchè le officine della Società Ferry-Curiques e Comp. per alti forni e prodotti di pudellatura, e quelle della Società Gorey.

*Acciaierie di Longvy.* — Erano rappresentate con una collezione assai interessante di acciai defosforati, fra i quali rimarcavansi le qualità extra-dolci o ferri omogenei con i saggi relativi di proprietà meccaniche. Una lamiera circolare del diametro di m. 2 50 e del peso di 625 kg. dimostrava la potenza dei mezzi di laminazione. Erarvi prodotti diversi di trafleria, un grosso pignone in acciaio colato assai ben riuscito, ed una classificazione in 8 tipi distinti di metallo fuso a partire dalla qualità corrispondente al ferro Svezia con 28 0/0 di allung. e 40 kg. per mm. q. di resistenza alla trazione fino agli acciai durissimi con resistenza di 75 kg. e 12 0/0 di allungamento.

I dati riferentisi a questo nuovo impianto meritano di venir qui riferiti.

L'officina si compone di 6 alti forni di cui tre di nuovissima costruzione sono uniti alla acciaieria Thomas. Nei letti di fusione degli alti forni, al minerale della località si aggiungono minerali mangesiferi di Nassau, ed altri di miniere presso Spa e Liegi e di Grecia, dovendosi ottenere delle ghise ricche in manganese, come si sa, per la produzione dell'acciaio Thomas.

Il trattamento Thomas costa L. 12 o 15 in più del processo Bessemer acido, soprattutto per la provvista dei minerali Mangesiferi e delle materie basiche terrose.

L'acciaieria si compone di 3 convertitori di 15 tonn. ciascuno, o può produrre 300 tonn. di acciaio al giorno. La guarnitura interna e dei fondi dei convertitori è in dolomite calcinata e agglomerata al gondron. La durata di una guarnitura è di 150 operazioni, la durata dei fondi solo di 20 o 25 operazioni.

La ricarburazione in fine dell'operazione si fa con leghe di Manganese o con *Spiegel*, secondo i casi. La proporzione di *Spiegel* che deve impiegare per la ricarburazione è sempre un poco più grande che nel processo acido. Per l'acciaio di rotaie si valuta l'aggiunta dall'8 al 10 0/0 di *Spiegel*.

Gli acciai ottenuti qui con la defosforazione hanno qualità pari a quelle dei migliori acciai provenienti dai minerali più puri. Caricando nel convertitore ghise col 2 a 3 p. 0/0 di fosforo si giunge praticamente ad ottenere acciai a 0,05 per 0/0 di fosforo. Si ottengono a volontà acciai duri ed acciai dolci, ma più facilmente questi ultimi. La prolungata ossidazione dell'ultimo periodo dell'operazione Thomas fa sparire completamente il silicio, e non è che col mezzo, come si sa, di aggiunte finali di leghe silicifere che si può introdurre del silicio nell'acciaio defosforato, se lo si vuole, per evitare soffiature. Col processo di defosforazione si ottengono acciai dolcissimi facilmente quando trattansi ghise a sufficiente tenore di Manganese. Le soffiature, in questo metallo, non sono più abbondanti di quelle che si hanno in un acciaio ordinario derivato dal processo acido. Al contrario di quanto risulta in quest'ultimo processo, le soffiature sono più abbondanti in un acciaio duro, ottenuto col processo basico che non nel metallo dolce.

*Officina di Joeuf.* — È un altro nuovo e ragguardevole impianto per fabbricazione di acciaio defosforato.

Per la produzione della ghisa quivi si sono costruiti 3 alti forni, atti ciascuno alla produzione di 100 tonnellate provvisti di apparecchi Cowper e con tutti gli annessi più perfetti.

L'acciaieria è costituita da 6 convertitori della capacità ciascuno di 8 a 12 tonnellate, tutti messi su una linea e moventisi tutti nello stesso senso. La ghisa vi è condotta dall'alto forno, direttamente con locomotiva. Le guarniture interne dei convertitori sono anche qui in dolomite calcinata agglomerata ai goudron. Le operazioni hanno la durata da 15 a 20 minuti, ma non se ne fanno che 20 circa nelle 24 ore. La durata della guarnitura è di 124 operazioni circa, quella dei fondi di 20 operazioni.

Le scorie derivanti dalle operazioni al convertitore contengono il 12 per 100 di fosforo e sono vendute per uso agricolo a L. 4,50 la tonn.

I lingotti all'uscire dalle lingottiere vengono riscaldati in forni a gaz, indi passano al *blooming*. Subiscono in seguito nuovo riscaldamento per essere passati al treno finitore per rotaie o per barre profilate diverse. Il treno per rotaie è reversibile e dei più potenti.

*Officine della Società Ferry Curigues e Comp.* — Le officine nella Mosella di questa Società sono rimarchevoli per il nuovo impianto di due grandiosi alti forni e del quale vedevasi esposto un modello completo con accanto una collezione di ghise in lingotti, in oggetti ornamentali, lamiere finissime, vergelle per trafleria e diverse barre profilate in ferro pudelato. Le officine di affinazione e di laminazione per questi ultimi prodotti sono nelle *Ardennes* e nel *Nord*.

I disegni dei particolari degli alti forni e annessi coi dati di costruzione e di esercizio riferentisi ai letti fusione e alla composizione delle ghise ottenute, erano molto apprezzati.

*Officine secondarie in Regioni vicine alle due precedenti.* — Con esposizioni relativamente modeste erano rappresentate diverse officine di antica rinomanza delle regioni delle *Ardenne*, della *Meuse*, della *Marne* e dell'*Aube*. Le officine di queste regioni trovansi attualmente in condizioni svantaggiose per il costo elevato del carbone e ad onta che trovansi vicine a ragguardevoli giacimenti di minerali idrossidi. Ebbero esse grande rinomanza per lo passato, come è noto, quando nella metallurgia si adoperava il carbone di legno; e moltissime erano in allora le officine ivi in esercizio. Ora sono ridotte a ben poche e di secondaria importanza. Fra queste distinguesi l'officina di *Stenay* (Meuse) che alla Esposizione attirava specialmente l'attenzione per i prodotti ottenuti al piccolo convertitore *Robert*. Notavansi pure le esposizioni della Compagnia delle *Forges de Champagne*, per i variati prodotti delle sue diverse officine nel dipartimento della *Haute Marne*, consistenti in ferri fini di

puvellatura e acciai Martin Siemens profilati in barre, specialmente di piccole dimensioni, ed in oggetti di minuta fucinazione.

*Officina di Stenay.* — Era la sola officina che presentava lo esempio di applicazione di piccoli convertitori. Sul convertitore Robert che funziona da alcuni anni con buonissimo esito in quell'officina non si poterono aver notizie all'Esposizione, ma si sa che esso riceve cariche di 900 a 1000 kg. di ghisa e in 12 minuti compie l'operazione. Presenta, come è noto la specialità di essere soffiato lateralmente ed in un sol punto poco al di sotto del livello del bagno, richiedendo così piccola pressione di vento. L'ossidazione del bagno si produce col far avvenire un moto rotatorio nella massa metallica per effetto della direzione del getto d'aria per modo che essa massa viene in tutti i suoi punti superficiali a presentarsi al getto. Avverrebbe così l'ossidazione come per trasmissione dall'esterno fino nelle parti centrali della massa metallica. Questa disposizione permette, a quanto pare, di avere un metallo più sano e meno bolloso che non col processo Bessemer.

Basta per l'operazione una pressione di vento di 25 a 30 centimetri di mercurio. Il convertitore è oscillante in modo analogo all'apparecchio Bessemer.

Si possono fare operazioni acide oppure basiche con la stessa facilità in questo convertitore. A Stenay però si fanno operazioni con guerniture silicee. Sembrache riescano molto bene le operazioni per acciai dolcissimi e per acciai da colarsi in stampi. Infatti l'esposizione di Stenay era specialmente rimarcata per questi prodotti e soprattutto pei getti in acciaio di forme complicate fra i quali uno del peso di 2500 kg. assai bene riuscito, forse derivato dalla contemporanea colata di due convertitori.

Presentavasi qui una ricca collezione di ferri omogenei a grana fina e a struttura nervosa; lingotti, billette, barre fucinate e laminate e un grande disegno colorato e prospettico raffigurante la corunta Robert circolante su carro ed in diverse posizioni di inclinazione sui rispettivi supporti.

La forma e disposizioni dei nuovi modelli di convertitore hanno molta analogia con i nuovi convertitori Manhés per rame che sono in esercizio nella nostra officina di Livorno.