

la sua velocità di regime e non esce *dal passo* se non quando si applichi all'albero una eccessiva coppia resistente.

Questo, che abbiamo descritto, era il solo modello di motore elettrico che nella mostra del prof. E. Thomson venisse fatto funzionare, esso era evidentemente quello al quale l'inventore attribuiva la maggiore importanza; ed era anche uno degli oggetti che più attraevano, in quella mostra, l'attenzione del pubblico.

Ora facciamoci a considerare quale effettivamente possa essere la sua importanza pratica.

Il motore è *sincrono*: ha adunque il pregio ed il difetto inerenti al sistema, e comuni a tutti i motori sincroni. Il pregio consiste nella assoluta autoregolabilità che il motore ha quando è avviato; la velocità infatti si mantiene allora assolutamente costante se tale è quella della macchina generatrice; le variazioni della coppia resistente, o come suol dirsi: le variazioni di carico, sempre quando non oltrepassino un certo limite, al di là del quale il motore si arresta del tutto, non hanno altro effetto che quello di far variare alquanto la fase del movimento rispetto alla corrente alternativa. Il difetto sta nel bisogno di una commutazione per la quale nel periodo di avviamento i circuiti sieno collegati altrimenti che nel funzionamento normale, e, ciò che è più grave, nella proprietà di fermarsi assolutamente non appena la coppia resistente superi un certo limite. Pregi speciali il motore non ha, salvochè si voglia considerare come un vantaggio d'importanza l'essere autoeccitatore. Presenta per contro un inconveniente che io giudico gravissimo, il quale mette il nuovo motore molto al di sotto degli ordinari motori sincroni, e limita moltissimo la sfera di applicabilità di esso. L'inconveniente è questo: Tutta la corrente passa nelle spirali fisse producenti il campo magnetico; quindi il motore ha una autoinduzione grandissima, proporzionale alla potenza; in grazia di tale autoinduzione si produce una notevole differenza di fase tra la corrente alternativa che attraversa il motore e la differenza di potenziali ai morsetti di esso; ed il lavoro meccanico che il motore fa, lavoro proporzionale al coseno di tale differenza di fase, risulta

notevolissimamente minore del prodotto della intensità efficace della corrente per la differenza efficace di potenziali, minore cioè di quello che assai opportunamente si può denominare col Blathy: il lavoro apparente.

Conseguenza di tale fatto è che la potenza effettiva di un impianto del quale facciano parte motori elettrici del descritto tipo, di grande potenza oppure numerosi, risulta notevolmente diminuita; risulta diminuito ciò che molto acconciamente il Kapp denomina *l'efficacia dell'impianto* o del sistema.

Un simile inconveniente non presentano, o presentano in misura molto minore i motori sincroni ordinarii, consistenti in semplici macchine dinamo elettriche a corrente alternativa. In tali macchine gli elettro magneti di campo, che sono le sole parti presentanti inevitabilmente grandi coefficienti d'induzione propria, possono essere eccitati con una corrente continua, od almeno con una corrente raddrizzata; e la sola armatura è percorsa dalla corrente alternativa. Ora l'armatura, da sola, presenta una autoinduzione, che si può, con una opportuna scelta del tipo delle macchine, rendere piccola od anche praticamente trascurabile.

La considerazione dell'induzione propria del motore elettrico, e della influenza di essa sull'efficacia del complessivo impianto ha una capitale importanza. Essa potrebbe bastare da sola a giustificare l'asserzione da noi fatta intorno al merito del motore Elihu Thomson ed al probabile suo avvenire in confronto con quello degli ordinari motori sincroni.

Le esperienze del prof. Thomson adunque, benchè per sè stesse importantissime e feconde di applicazioni, non avranno probabilmente alcuna influenza sull'avvenire della costruzione e dell'impiego dei motori elettrici a corrente alternativa. Tale avvenire è ormai nettamente delineato; e la storia delle invenzioni e delle esperienze è ormai abbastanza svolta, perchè si possa, senza tema di gravi smentite, prevedere l'ulteriore svolgimento di esse.

25. Che una macchina dinamo elettrica a corrente alternativa, possa, attivata dalla corrente prodotta da un'altra mac-

china simile, funzionare come un motore, è cosa saputa da parecchi anni. Già nella esposizione di elettricità di Torino, nel 1884, il *Gaulard* tentava, non senza qualche successo, l'esperimento; e nel medesimo anno, il 13 novembre, il dottore *J. Hopkinson*, al quale spetta in questa materia il massimo merito, leggeva davanti alla Società degli ingegneri telegrafici ed elettricisti di Londra, una memoria, ove con una chiarezza di vedute ammirabile in quel tempo, trattava teoricamente le questioni concernenti l'accoppiamento di due macchine alternatrici in un medesimo circuito, ed il funzionamento di esse come generatori o come motori.

In quella memoria era nettamente enunciato e teoricamente dimostrato il teorema, che una macchina dinamo-elettrica alternatrice inserita in un circuito, in serie con un'altra, tende a mettersi in opposizione con questa ed a funzionare come motore; e questo teorema che è il principio fondamentale della teoria dei motori sincroni, non aveva, fin d'allora, bisogno d'altro che di una conferma sperimentale per servire subito di base alla trasmissione elettrica dell'energia con macchine alternatrici, senza bisogno di nuove radicali invenzioni. Se le effettive applicazioni non tennero immediatamente dietro alla scoperta del principio, e nemmeno oggidì sono avviate, ciò deve attribuire a due ragioni. In primo luogo erano necessarie esperienze, non tanto per confermare le previsioni della teoria, quanto per accertare fra quali limiti si potesse far variare il carico, ossia la coppia resistente al movimento, senza che il motore uscisse dal sincronismo e cessasse con ciò dal funzionare, e per rendersi inoltre conto della facilità della regolazione e della condotta del motore.

Esperienze veramente concludenti non si fecero che in questi ultimi tempi, e sull'accennato punto gli elettricisti non incominciarono a formarsi idee chiare e convinzioni assodate se non recentissimamente dopo i notevoli esperimenti del *Mordey*, e dopo quelli, aventi carattere ufficiale, che nello scorso autunno furono eseguiti dalla Commissione scientifica di Francoforte sul Meno. In secondo luogo si esagerò forse la importanza dell'inconveniente, proprio del sistema, che i motori

sincroni presentano quando non sono muniti di acconcie disposizioni accessorie, all'inconveniente cioè di non potersi mettere in moto da sè, e di dover essere portati inizialmente, a mano, o con un motore ausiliare, alla velocità di regime prima di incominciare a lavorare regolarmente da sè. Quest'ultima circostanza ha dato luogo a studi ed a tentativi, che se portarono frutti di incontestabile utilità pratica, ebbero però nel tempo stesso l'effetto di ritardare le applicazioni.

Intanto la stessa proprietà del sincronismo, che in molti casi e specialmente pe' motori di grande potenza è utilissima, siccome quella che assicura di per sè la autoregolazione la più perfetta e la più assoluta, può essere in altri casi, e specialmente per i piccoli motori, troppo rigida e costituire un inconveniente. E questa considerazione unita alle sovresposte, indusse più di un inventore a cercare altre forme di motori non sincroni.

Si ebbe adunque una serie di invenzioni, di proposte e di esperienze che, specialmente ne' due ultimi anni attrassero su di sè l'attenzione degli elettricisti.

I motori elettrici per correnti alternative finora proposti sono di due specie: *sincroni* ed *asincroni*. I sincroni poi si possono dividere in tre classi:

1° Nella prima classe collochiamo i motori consistenti in semplici macchine a corrente alternativa con eccitazione separata fatta con una corrente continua. Tali motori quando non sono di potenza così piccola che si possono avviare colla mano, debbono essere provvisti di qualche disposizione o di qualche apparecchio accessorio che serva a metterli inizialmente in moto ed a portarli fino alla velocità normale a cui corrisponde il sincronismo. La difficoltà pratica principale sta nello studio di questo meccanismo ausiliario, ed appunto a tale meccanismo si riferiscono numerosi brevetti di privativa che ancora aspettano la sanzione della pratica.

Un'altra difficoltà sta nella necessità di ricorrere ad apparecchi ausiliari per la eccitazione, ed anche questa difficoltà contribuisce a ritardare l'impiego del sistema. Ma io penso che se le cennate difficoltà possono parere gravi quando si tratti

di un motore di piccola o di mediocre potenza, destinato ad usi domestici od alla piccola industria, esse perderebbero ogni importanza quando si trattasse di un motore potentissimo, destinato a funzionare come macchina ricettrice nella trasmissione di una cospicua quantità di energia ad una grande distanza. Allora infatti nessun ingegnere potrebbe considerare come ostacolo grave alla utilizzazione del sistema la necessità di provvedere la stazione ricettrice di un piccolo motore ausiliario, a vapore od a gas od idraulico, od anche elettrico, destinato a mettere in moto l'armatura della grande macchina ricettrice per portarla inizialmente fino alla velocità normale; nè quella di provvedere la stazione di una macchina dinamo-elettrica a corrente continua, la quale, comandata inizialmente dal motore speciale, ed in seguito, a regime stabilito, dal grande motore medesimo, dia la corrente necessaria per la eccitazione. Superate le difficoltà e le incertezze inerenti a tutte le cose nuove, l'impiego dei motori di cui stiamo parlando diventerà pratico e sicuro, ed io oso affermare che appunto un tale impiego darà finalmente la soluzione più pratica e più semplice del problema di trasmettere a grande distanza tra due stazioni una grande quantità di energia. Occorrono per fare economicamente la trasmissione, macchine potenti e di grandi forze elettromotrici; ora le macchine dinamo-elettriche a corrente alternativa sono appunto quelle più facili a costruirsi per grandi potenze e per grandi forze elettromotrici. L'impiego di tali macchine eliminerebbe d'un sol tratto tutte le maggiori difficoltà che il Marcel Deprez non riuscì a superare nelle sue disgraziate e sconcertanti esperienze di Creil.

L'avvenire delle grandi trasmissioni elettriche dell'energia su grandi distanze sta adunque molto probabilmente nello impiego delle correnti alternative e dei motori sincroni della classe ora considerata.

2° Poniamo nella seconda classe i motori sincroni, consistenti, come i precedenti, in semplici macchine a correnti alternative, quando gli elettromagneti, invece che da una corrente indipendente, continua, sono eccitati dalla stessa corrente alternativa attivante il motore, o da una derivazione di

essa. Tali motori hanno un commutatore che orienta la corrente degli elettromagneti.

Un motore di questa classe è quello degli ingegneri Zipernowsky, Déri e Blaty della casa Ganz e Comp. di Budapest; il quale sia per le esperienze ufficiali di cui è stato oggetto, sia per le applicazioni pratiche che fin d'ora ha ricevuto, ha attualmente una speciale importanza.

Sostanzialmente la sua costruzione è la seguente: L'armatura e gli elettromagneti sono fatti e disposti esattamente come nelle macchine alternatrici della casa Ganz: l'armatura è fissa, esterna; gli elettromagneti, disposti radialmente su di un albero, sono girevoli nell'interno. Nell'armatura si manda la corrente alternativa derivata direttamente dalla rete primaria oppure dai morsetti secondari di un trasformatore. Negli elettromagneti si manda la corrente secondaria prodotta da un apposito trasformatore, a cui si dà il nome di *magnetizzatore*; tale corrente secondaria passa però per un commutatore posto sull'albero della macchina, il quale inverte le comunicazioni tra i capi delle spirali degli elettromagneti ed i due morsetti secondari del magnetizzatore negli istanti nei quali gli elettromagneti, girando, passano di fronte alle spirali dell'armatura.

Collocando convenientemente le spazzole, si può far sì che ciascun polo degli elettromagneti sia costantemente respinto dallo spirale d'armatura che esso ha oltrepassato, ed attratto dallo spirale verso cui è avviato. Soddisfatta questa condizione, gli elettromagneti si trovano sollecitati a girare sempre nel medesimo verso, qualunque sia il verso della corrente nell'armatura. Il motore può adunque avviarsi da sè solo, oppure con l'aiuto di un piccolo impulso iniziale; se il motore è di piccolissime dimensioni si avvia da sè purchè inizialmente i poli degli elettromagneti non si trovino eventualmente affacciati alle spirali dell'armatura; se il motore ha grandi dimensioni, esso si avvia coll'aiuto di un piccolo impulso che si può dare colla mano. Così stando le cose, il motore può lavorare con tutte le velocità, esso non è un motore sincrono; ma è evidente che le condizioni del suo funzionamento non possono es

sere buone se non quando la velocità ha il valore corrispondente al sincronismo. Finchè infatti il sincronismo non sussiste, le commutazioni prodotte dal commutatore possono avvenire ed avvengono in istanti nei quali le correnti hanno grandi intensità, e danno allora luogo a scintillazioni grandissime.

Inoltre si hanno allora correnti alternanti non solo nell'armatura, ma anche negli elettromagneti, i quali presentano grandi coefficienti di induzione propria, ed anche ciò, come già notammo più avanti, è incompatibile con un pratico e buono funzionamento del motore; se anche il motore potesse lavorare sempre così, esso affievolirebbe a dismisura l'efficacia dell'impianto. S'aggiunga che gli effetti delle correnti di Foucault e della isteresi si farebbero allora gravissimi. Quando, invece, la velocità ha raggiunto il valore corrispondente al sincronismo, gli inconvenienti notati scompaiono od almeno si affievoliscono moltissimo. Infatti le commutazioni coincidono allora colle inversioni delle correnti, e si possono quindi fare senza grandi scintille, inoltre gli elettromagneti, che ricevono le correnti commutate, si trovano allora eccitati da correnti orientate, rimangono magnetizzati sempre nel medesimo verso e danno luogo a minime induzioni proprie, a minime correnti di Foucault, a minimi effetti di isteresi.

In tali condizioni il motore può lavorare lodevolmente e regolarmente.

Tali a grandi tratti è il modo di funzionare del motore Ganz, ma la particolarità caratteristica di questo motore, quella a cui si debbono i buoni risultati ottenuti, quella che costituisce il cuore della invenzione, è un sistema di commutatori, col quale si operano nel periodo di avviamento collegamenti diversi da quelli corrispondenti al funzionamento normale, in modo da migliorare le condizioni di quell'ultimo, e da diminuire gli inconvenienti del primo.

Per migliorare le condizioni del funzionamento normale occorre attenuare, per quanto è possibile, la produzione delle scintille sul commutatore; occorre inoltre affievolire, possibilmente, le variazioni della magnetizzazione degli elettromagneti. L'una cosa e l'altra sono ottenute, nel motore di Ganz, con

un artificio semplicissimo, che consiste nell'applicare al commutatore, invece di due sole spazzole, due coppie di spazzole, con una distanza angolare tale che ad ogni inversione le spirali degli elettromagneti rimangano per qualche tempo chiuse in corto circuito. Una resistenza inserita nel circuito di eccitazione, ossia nel circuito secondario del trasformatore magnetizzatore, serve a limitare la intensità della corrente esterna al commutatore durante i corti circuiti.

Per migliorare le condizioni del periodo di avviamento, occorre, invece, evitare la produzione di corti circuiti e di estra-correnti che ritardino le inversioni della magnetizzazione negli elettromagneti; conviene anzi rendere pronte quanto è possibile tali inversioni. Ciò si ottiene escludendo dal circuito una delle coppie di spazzole del commutatore. Siccome poi durante il periodo di avviamento le spirali degli elettromagneti, che allora sono percorse da correnti alternative, presentano una grande resistenza apparente, così nel trasformatore magnetizzatore la spirale secondaria è fatta di due pezzi: nel periodo di funzionamento normale, quando il circuito secondario, che è per la macchina il circuito di eccitazione, ha una piccola resistenza apparente, si utilizza un solo pezzo; nel periodo di avviamento quando il circuito d'eccitazione ha una resistenza apparente più grande, si utilizzano entrambi i pezzi. Finalmente per fare sì che la forza elettromotrice nel circuito di eccitazione, dopo di essere stata massima in principio, a motore fermo, diminuisca poi gradatamente di mano in mano che col crescere della velocità diminuisce la resistenza apparente delle spirali dei magneti, e per moderare nel tempo stesso l'intensità della corrente nell'armatura mentre la contro-forza-elettromotrice del motore non ha ancora raggiunto il valore normale, si adopera un altro trasformatore, detto *compensatore*. Durante il periodo di avviamento la spirale primaria di questo trasformatore viene inserita *in serie* coll'armatura, mentre la spirale secondaria è inserita nel circuito di eccitazione.

Un gruppo di quattro commutatori, che si comandano a mano con un unico manubrio, serve a ottenere d'un colpo tutti i descritti effetti. Esso può prendere due posizioni: la posi-

zione per l'avviamento e quella pel lavoro normale. Colla prima posizione, due sole spazzole sono in circuito, entrambe le parti della spirale secondaria del magnetizzatore sono in circuito, il compensatore funziona. Colla seconda posizione, entrambe le coppie di spazzole sono in circuito, un solo pezzo della spirale secondaria del magnetizzatore è utilizzato, il compensatore è escluso.

Colle descritte disposizioni, che per piccoli motori possono anche essere semplificate, e che in ogni caso possono venire applicate praticamente in molteplici modi, gli ingegneri della casa Ganz sono riusciti a comporre un tipo di motore elettrico per corrente alternativa che per potenze moderate, non superiori, per esempio, a 40 o 50 cavalli, può fin d'ora considerarsi come perfettamente pratico. È questo fin ora il solo motore elettrico che abbia servito a prove ufficiali. La commissione scientifica incaricata dalla città di Francoforte sul Meno dello studio delle questioni tecniche concernenti la scelta del sistema per un impianto elettrico civico, eseguì negli ultimi giorni di ottobre e nei primi di novembre del 1889 una notevole serie di esperienze sopra tre motori elettrici della casa Ganz dati rispettivamente per le potenze di 25, di 5 e di 0,2 cavalli. I risultati furono soddisfacentissimi: il coefficiente di rendimento salì fino al valore 0,86 pel motore di 25 cavalli, ed al valore 0,80 per quello di 5 cavalli; i motori conservarono inalterata la loro velocità normale, anche quando si fece variare bruscamente, e molto, la coppia resistente; quello di 25 cavalli non uscì dal sincronismo se non quando si elevò la carica ad oltre 40 cavalli.

Le scintillazioni, assai energiche nel periodo di avviamento, sono tollerabili nel lavoro normale; pei piccoli motori esse sono assolutamente insignificanti. Il solo inconveniente sta nel rumore, che pel motore di 25 cavalli risultò assai intenso, e che naturalmente potrebbe limitare in alcuni casi l'applicabilità del sistema.

Dopo tali risultati di esperienza si può asserire che i motori elettrici alternativi sincroni di questa classe risolvono il problema della distribuzione dell'energia con correnti alternative

in tutti i casi nei quali il rigido sincronismo non è un inconveniente.

3° La terza classe di motori sincroni è per ora rappresentata da un solo apparecchio, il quale non fu peranco sperimentato in modo industriale, ma che merita tuttavia d'essere notato. Questo motore venne descritto nell'ultimo settembre in una lettura fatta nell'Istituto americano degl'Ingegneri elettricisti dal sig. F. Jarvis Patten. È un motore sincrono auto-eccitatore, atto a mettersi in moto da sè. Come in quello di Ganz gli elettromagneti di campo, che nel funzionamento normale, sincrono, si trovano percorsi da correnti orientate, sono invece eccitati con una corrente alternata durante il periodo di avviamento. Ma mentre nel motore di Ganz l'armatura è sempre percorsa da correnti alternative; in quello del Patten essa pure viene attraversata da correnti orientate quando il sincronismo è raggiunto. Il motore proposto dal Patten ha la forma di una macchina dinamoelettrica a corrente continua ordinaria con elettromagnete laminato; ha però un collettore disposto in modo speciale. Tale collettore è doppio; è formato di due collettori contigui portati, l'uno d'accanto all'altro, dal medesimo albero. Uno di questi è un collettore ordinario, i suoi segmenti sono collegati nel modo solito alle spirali dell'armatura. L'altro, che, come si disse, è posto d'accanto al primo, ha i suoi segmenti collegati uno ad uno coi segmenti di questo; e precisamente ciascun segmento di ordine impari è collegato col contiguo, e ciascun segmento di ordine pari è collegato col segmento diametralmente opposto del primo collettore. Sul secondo collettore si appoggiano due spazzole per mezzo delle quali il motore riceve la corrente alternativa; sul primo collettore si appoggiano altre due spazzole colle quali sono collegati i capi del circuito di eccitazione per l'elettromagnete. Se l'armatura gira con una velocità tale che le spazzole passino da un segmento all'altro precisamente negli istanti nei quali si inverte la corrente esterna, la corrente si trova raddrizzata e trasformata in una corrente pulsativa tanto nell'armatura quanto nelle spirali eccitatrici nell'elettromagnete: allora la macchina funziona

come un motore ordinario a corrente continua. Se la velocità non è quella del sincronismo la corrente rimane alternativa tanto nell'armatura quanto nell'elettromagnete; ma le inversioni di essa sono simultanee, così che la coppia di rotazione conserva sempre il medesimo verso. Con la descritta disposizione la velocità normale è quella per cui durante un giro dell'armatura la corrente alternativa si inverte tante volte quanti sono i segmenti nel collettore; ma si possono facilmente modificare i collegamenti in modo che la velocità normale sia diversa. Se si vuole, per esempio, che la velocità sia doppia, si collegano i segmenti 1 e 2 del secondo collettore coll'1 e 2 del primo, i segmenti 3 e 4 coi segmenti opposti del primo, ecc.

In generale si possono formare coi segmenti di ciascun collettore gruppi di n , e collegare i gruppi del secondo alternativamente coi gruppi corrispondenti e coi diametralmente opposti del primo; in tal modo la velocità normale è quella per cui durante ogni giro dell'armatura si ha un numero di inversioni di corrente uguale alla n^{ma} parte del numero dei segmenti.

Il Patten colloca tra i gruppi di segmenti del secondo collettore segmenti *oziosi*, isolati cioè dalle spirali, ai quali attacca i capi di resistenze disposte dentro al collettore medesimo. Tali resistenze sono destinate ad evitare le complete interruzioni della corrente ed a diminuire per tal modo le scintille. Nessuna esperienza si ha finora sul motore di Patten, nè è finora dimostrato che esso possa effettivamente funzionare in modo regolare; e se esperienze si faranno, è probabile che esse abbiano da mettere in evidenza gravi inconvenienti inerenti al sistema. Il cenno ora dato sarà tuttavia utile per facilitare e completare i confronti ed i ravvicinamenti; il motore del Patten infatti, mentre è sincrono, ha la forma esterna e la disposizione meccanica complessiva di uno dei motori asincroni dei quali dobbiamo ora discorrere.

26 Di motori *asincroni* si proposero vari sistemi.

Non per la sua importanza, chè non ne ha alcuna, ma perchè è affine ai motori sincroni già descritti, e perchè fu

anche oggetto di una lettura nel Congresso degli elettricisti tenutosi a Parigi in occasione dell'Esposizione, cito per primo un motore proposto dal sig. Maurice Le Blanc. L'inventore, esagerando nella propria mente gl'inconvenienti proprii dei motori sincroni, e non avendo un'idea chiara dei larghi limiti entro i quali un ordinario motore sincrono può venir sovraccaricato senza uscire dal sincronismo, immaginò una disposizione mirante a far rotare, per mezzo di spazzole scorrevoli su di un ordinario collettore, il campo magnetico. Con ciò egli suppone di poter dare al motore una velocità variabile pur mantenendo costante la velocità relativa dell'armatura rispetto al campo magnetico. Le disposizioni però da lui proposte non risolvono affatto il problema e sono basate su di una pura illusione.

Un modo che si presenta spontaneamente coi caratteri di una grande semplicità, per fare un motore asincrono consiste nell'impiegare a quest'uopo una pura e semplice macchina dinamoelettrica a corrente continua eccitata in serie, differente dalle ordinarie solo per avere l'elettromagnete col ferro suddiviso, onde evitare gli effetti delle correnti di Foucault. Motori così fatti furono sperimentati da vari ingegneri, fra i quali è da citare Gisbert Kapp. Ma i risultati furono scoraggianti. E la ragione principale dell'insuccesso sta nel fatto di cui abbiamo già ragionato discorrendo dei motori di Elihu Thomson, nel fatto cioè che la forza elettromotrice dovuta all'autoinduzione è sproporzionatamente grande in confronto della controforza elettromotrice utile dovuta al movimento dell'armatura; tale forza elettromotrice di autoinduzione dà luogo ad un grande ritardo di fase, ed affievolisce enormemente l'efficacia dell'impianto. Secondo il Kapp, nelle migliori condizioni immaginabili l'efficacia dell'impianto non potrebbe superare 0,70; ed anche questo valore non si potrebbe ottenere se non alla condizione di poter ridurre la forza elettromotrice di self-induzione ad essere appena uguale alla controforza elettromotrice utile, cosa questa, che pare difficile, se non impossibile, di poter ottenere. Nelle esperienze fatte dal Kapp il lavoro ottenibile con un simile motore, attivato con una data intensità

efficace della corrente e con una data caduta efficace di potenziali, risultò appena uguale al quinto di ciò che sarebbe stato adoprando una corrente continua della medesima intensità e con una medesima caduta di potenziali. Oltre a questo inconveniente gravissimo, il motore ne presenta un altro, che merita pure di essere notato: l'armatura corre rischio di venire abbruciata quando per avventura il motore per una eccessiva resistenza si abbia a fermare. Quando l'armatura è in riposo ed una corrente alternativa circola nella macchina, quelle spirali dell'armatura, le quali in quel momento si trovano chiuse in corto circuito dalle spazzole, sono nelle medesime condizioni della spirale secondaria di un trasformatore chiuso in corto circuito su sè stesso. Esse adunque vanno soggette ad abbruciarsi se per caso l'armatura non si può subito avviare.

Il sig. Patten ha proposto, come abbiamo veduto, un rimedio allo inconveniente maggiore, ossia a quello della soverchia auto-induzione; ma, ciò facendo, egli ha trasformato l'apparecchio in un motore sincrono, e probabilmente in un cattivo motore sincrono.

I soli motori asincroni coi quali finora si sieno ottenuti risultati sufficienti per dar luogo ad una fabbricazione industriale sono quelli nei quali si utilizza un campo magnetico rotante prodotto per mezzo di due correnti alternative presentanti una differenza di fase. Il principio su cui riposa il funzionamento di questi apparecchi è stato dimostrato dall'autore di queste note, ed un primo modello di motore fu sperimentato nel laboratorio di Elettrotecnica del Museo Industriale italiano già nello autunno del 1885 (1). Il principio è il seguente:

Se in uno spazio si sovrappongono due campi magnetici alternativi di uguale frequenza, aventi direzioni diverse, e presentanti l'uno rispetto all'altro una differenza di fase, si ottiene in quello spazio un campo magnetico risultante, che non si annulla in nessun istante e la direzione del quale ruota in un piano parallelo ai campi magnetici componenti, compiendo un

(1) Le esperienze alle quali qui si allude furono eseguite e pubblicamente presentate nei mesi di agosto e settembre del 1885.

giro in ogni periodo di questi. Se i due campi magnetici alternativi componenti seguono la legge sinusoidale, il campo magnetico risultante può per ogni punto rappresentarsi in grandezza ed in direzione col raggio vettore di un'ellisse avente il centro in quel punto. Se, in particolare, i due campi componenti sono l'uno all'altro perpendicolari, se hanno uguali intensità e se la loro differenza di fase corrisponde ad un quarto di periodo, l'ellisse si riduce ad un cerchio; il che vuol dire che il campo magnetico risultante ha allora un'intensità costante ed una direzione, la quale ruota con velocità uniforme compiendo un giro in ogni periodo. Se nel campo magnetico rotante si colloca un corpo conduttore, nascono in questo correnti indotte in virtù delle quali il conduttore è trascinato nella rotazione. I due campi magnetici alternativi si possono produrre per mezzo di due correnti alternative circolanti in due spirali gli assi delle quali comprendano fra di loro un angolo, per esempio un angolo retto; si possono adunque produrre rotazioni continue per mezzo di correnti alternative.

Le due correnti alternative necessarie per quest'uso possono essere ottenute in due circuiti distinti, direttamente, con una macchina dinamo-elettrica appositamente costrutta, per esempio con una macchina avente sull'armatura due sistemi di spirali.

Oppure possono essere ricavate da un unico circuito e ciò in più modi.

Un modo consiste nell'adoperare le correnti di due circuiti derivati dei quali l'uno abbia una piccola resistenza reale ed una grande resistenza apparente di self-induzione, e l'altro abbia invece una grande resistenza effettiva e sia privo di self-induzione.

Un altro modo consiste nell'adoperare le due correnti primaria e secondaria di un trasformatore, nel circuito secondario del quale siasi inserita, per produrre la voluta differenza di fase, una resistenza esente da autoinduzione. Un terzo modo, che non è che una modificazione di quest'ultimo, consiste nello inserire nel circuito di una corrente alternativa una sola delle spirali impiegate per la produzione dei campi magnetici, e nel chiudere l'altra spirale semplicemente su sè

stessa. Se allora si ha l'avvertenza di collocare quest'ultima in modo che i piani delle sue spire facciano un angolo obliquo con quelli delle spire della prima, si produce senz'altro in essa la seconda corrente alternativa di cui si ha bisogno.

Ma secondochè si opera in un modo o nell'altro, secondochè si adoperano due correnti alternative prodotte in due circuiti distinti, direttamente, con una speciale macchina dinamoelettrica, oppure si adoperano due correnti ricavate da un'unica corrente alternativa con uno degli artifizi sovra enumerati, le condizioni del motore risultano molto diverse. Nel primo caso la differenza di fase fra le due correnti, necessaria per la produzione del campo magnetico rotante, è prodotta dalla macchina dinamoelettrica stessa, e si mantiene indipendentemente dal valore dei coefficienti di induzione delle due spirali del motore, purchè tali coefficienti non siano molto diversi tra di loro. Nel secondo caso, invece, la necessaria differenza di fase si può ottenere soltanto coll'inserire nel circuito di una delle spirali una resistenza grande a fronte della resistenza apparente di autoinduzione esistente nella spirale medesima. Tale resistenza oziosa dev'essere tanto più grande quanto più è grande l'induzione propria della spirale, quanto più è grande il flusso d'induzione che essa produce. Si è adunque, in questo caso, obbligati a sciupare una notevole quantità di energia col solo scopo di produrre la differenza di fase; o, date le condizioni del circuito e le costanti della corrente, si è obbligati a limitare la quantità di ferro contenuto nel motore, ed a limitare la potenza di questo.

Per questo motivo il primo motore a campo magnetico rotante, il quale servì alle esperienze fatte nel 1885 nel Museo industriale era stato composto senza ferro. Esso consisteva semplicemente in due spirali messe in croce cogli assi mutuamente perpendicolari, circondanti un cilindro di rame portato da un albero girevole su due cuscinetti. Una delle spirali, avente poche spire di grosso filo, era inserita nel circuito primario, l'altra comprendente molte spire di filo più sottile, era inserita nel circuito secondario di un trasformatore di Gaulard. L'apparecchio era destinato soprattutto a verificare il principio

ed a dimostrare la possibilità di applicarlo alla costruzione di contatori e di altri strumenti di misura.

Per motori di maggiore potenza destinati a servire come motori industriali, nei quali naturalmente le spirali debbono essere avvolte su nuclei di ferro, bisogna adoperare due correnti alternative prodotte direttamente colla voluta differenza di fase dalla macchina generatrice. Così infatti si fanno funzionare i motori industriali che finora si costrussero sul principio del campo magnetico rotante. Il più conosciuto di questi apparecchi è il motore per cui prese una privativa nel 1888 Nicola Tesla.

In tale motore il campo magnetico rotante è prodotto da un anello di ferro sul quale sono avvolte quattro spirali occupanti ciascuna un quadrante. Ciascuna spirale è collegata in serie con quella diametralmente opposta, in modo che risultano due sole spirali formate ciascuna da due pezzi uguali ed opposti: in esse si mandano le due correnti alternative discordanti. L'armatura, che gira dentro all'anello, è costituita da un nucleo laminato di ferro sul quale sono avvolte spirali chiuse su sè stesse. Con modificazioni facili ad immaginarsi la macchina può anche essere fatta multipolare. La Società Westinghouse di Pittsburg (Stati Uniti) ha fatto di questo motore una fabbricazione commerciale ed ha dato così al medesimo una speciale rinomanza. Per l'impiego dei motori in un sistema di distribuzione di energia, Tesla e la Società Westinghouse hanno proposto un sistema a tre fili, che evidentemente è sufficiente per la trasmissione delle due correnti alternative.

Per un sistema affatto analogo prese una privativa anche la casa Ganz di Budapest.

Più tardi, il signor Tesla ridusse l'ufficio del suo motore asincrono a quello di servire all'incamminamento di un motore sincrono. Egli propose allora di far servire, nel breve periodo di avviamento, la terra come conduttore neutro riducendo così a due i conduttori metallici della rete di distribuzione.

Il motore Tesla rappresenta la più conosciuta, ma non la sola forma di apparecchio colla quale si possa applicare praticamente il principio delle rotazioni elettrodinamiche. Per

dare un'idea della varietà delle disposizioni immaginabili, citiamo dopo il motore Tesla ancora un motore asincrono di *Rankin Kennedy*. Questo è costituito da due macchine dinamo-elettriche bipolari identiche, nella forma, a macchine ordinarie a corrente continua, ma col ferro degli elettromagneti lamellare. Le due macchine sono poste l'una d'accanto all'altra su di una medesima base, ed hanno l'albero comune. Le due armature, portate dall'albero comune non hanno commutatori nè collettori, ma semplicemente ciascuna spirale dell'una è collegata con una spirale dell'altra e forma con essa un circuito chiuso. Il collegamento è fatto in modo che mentre la spirale appartenente ad una delle armature passa nel piano neutrale, quella dell'altra armatura, che è in circuito insieme ad essa, si trovi nel piano perpendicolare al piano neutrale. Per far funzionare il motore basta inserire gli elettromagneti delle due macchine in due circuiti nei quali si abbiano correnti alternative presentanti una discordanza di fase di un quarto di periodo. Per i maggiori modelli il Kennedy propone una disposizione multipolare.

Bastano le sommarie descrizioni sovraesposte per mettere in chiaro i pregi ed i difetti dei motori a campo magnetico rotante.

Un pregio sta nella estrema semplicità della costruzione, e soprattutto nella assenza di qualunque commutatore o collettore. La semplicità del servizio derivante dalla mancanza del collettore, che è l'organo più delicato di tutte le macchine dinamo-elettriche e di tutti gli altri motori elettrici, è tale un vantaggio che basta da solo a spiegare il grande favore col quale i nuovi motori furono salutati dai pratici. Un altro pregio sta nella proprietà che essi, come del resto tutti i motori asincroni, hanno di mettersi spontaneamente in moto; e tale pregio è qui ancora accresciuto dalla circostanza, che il verso della rotazione, il quale per un dato collegamento dei circuiti è determinato e costante, si può invertire, quando occorra, colla più grande facilità. Basta a tal uopo invertire con un semplice commutatore le connessioni di una delle spirali col rispettivo circuito. In tal modo si fa variare di 180° la dif-

ferenza di fase fra le due correnti, e si inverte con ciò la rotazione del campo magnetico risultante.

In molti casi, e specialmente quando si tratti di piccoli motori, bastano evidentemente gli esposti pregi a far preferire i motori a campo rotante non solamente a tutti gli altri motori elettrici a corrente alternativa, ma anche agli ordinari motori a corrente continua.

Ma se si tratta di motori di considerevole potenza, si presentano anche inconvenienti che giova qui riassumere. In primo luogo dobbiamo ricordare che se la potenza del motore elettrico non è così piccola che non si abbia da tenere alcun conto del rendimento, non si può pensare ad eccitarlo con due correnti alternative ricavate entrambe da un unico circuito; così facendo si sarebbe obbligati, per produrre tra le due correnti la necessaria differenza di fase, ad inserire nel circuito di una di esse una resistenza ohmica grande a fronte della resistenza apparente dovuta alla autoinduzione. Quindi si andrebbe incontro ad uno spreco di energia inevitabile e grandissimo. Bisogna adunque eccitare il motore con due correnti alternative prodotte direttamente nella stazione centrale colla voluta differenza di fase, e distribuite per mezzo di due distinti circuiti. Occorre allora costruire l'intera rete di distribuzione almeno con tre fili; e questo è un inconveniente che limita evidentemente l'applicabilità del sistema. A questo inconveniente, che è proprio del sistema, si sovrappone poi l'altro, che è comune a tutti i motori asincroni: l'inconveniente derivante dal dover far passare le correnti alternative in spirali presentanti necessariamente notevoli coefficienti di induzione propria. Noi abbiamo già considerato poco sopra questo fatto ed abbiamo notato che in conseguenza di esso la caduta di potenziale prodotta dal motore ne' circuiti in cui è inserito risulta notevolmente maggiore di quella dovuta alla controforza elettromotrice utile; quindi l'efficacia dell'intero impianto risulta diminuita.

Questi inconvenienti si potranno certamente attenuare. Ed un mezzo potrà consistere nell'impiegare per la produzione del campo magnetico rotante non due sole, ma tre o più correnti con fasi diverse. Intanto essi spiegano le difficoltà finora

incontrate. Prevedendo le quali, noi nel pubblicare le nostre esperienze (1), prima che venissero alla luce i brevetti di Tesla, di Kennedy e di altri, abbiamo chiamata in modo speciale l'attenzione su alcune applicazioni ove le difficoltà suaccennate non esistono. E tali applicazioni appunto ora si vanno facendo con pieno successo; sono le applicazioni alla costruzione di contatori per correnti alternative, come quelli ora notissimi che portano i nomi di Borel, di Schallenberger, di Ferranti, di Blathy, ecc. Un'altra applicazione è quella ora coltivata dal Tesla, quella colla quale si fa servire un motore a campo magnetico rotante come apparecchio ausiliario per la messa in moto di un motore sincrono. Ma in tal caso è questo, il motore sincrono, il motore principale e non v'ha dubbio che per esso è serbato un grandissimo avvenire.

II. Saldatura elettrica.

27. Nella esposizione di Parigi del 1881 Sir *William Siemens* presentava, nella splendida mostra della casa *Siemens Brothers* di Londra un apparecchio per la fusione de' metalli, ed eseguiva con esso notevolissimi esperimenti. Il procedimento adoperato consisteva nell'accumulare in uno spazio chiuso in pareti refrattarie il calore svolto da un arco voltaico. L'apparecchio era semplicissimo: consisteva in un crogiuolo di grafite, a grossa parete, il fondo del quale era messo in comunicazione col reoforo positivo di una macchina dinamo-elettrica. Il crogiuolo si riempiva fino a metà col metallo da fondere, e si chiudeva con un grosso coperchio di terra refrattaria avente nel centro un foro circolare destinato a dar passaggio al reoforo negativo. Tale reoforo poi era costituito da un grosso bastone cilindrico di carbone, fabbricato come quelli che servono per le lampade elettriche ad arco vol-

(1) Memoria citata. *Atti R. Accademia delle Scienze di Torino*, volume XXIII. Adunanza 18 marzo 1888.

taico. Esso era sospeso all'estremità di una leva di prima specie che coll'altra estremità sosteneva un nucleo di ferro, il quale colla sua metà inferiore penetrava nel vano di una spirale cilindrica verticale, fatta con grosso filo di rame isolato e collegata in serie col carbone. Il tutto costituiva un semplice regolatore analogo a quello di una lampada elettrica ad arco voltaico con avvolgimento in serie. Quando il circuito era rotto e nessuna corrente circolava nella spirale, il carbone stava abbassato e si appoggiava colla sua estremità inferiore sul metallo contenuto nel crogiuolo. Ma chiuso il circuito, la corrente circolante nel solenoide esercitava sul nucleo di ferro una forza succhiante, per cui il carbone si sollevava alquanto, distaccandosi dal metallo. Si produceva per tal modo tra il metallo ed il carbone un arco voltaico. Il calore dell'arco, accumulandosi man mano nel crogiuolo, produceva dopo qualche tempo, in quello spazio confinato, una temperatura elevatissima, per la quale il metallo fondeva.

Quell'apparecchio costituì il primo *forno elettrico*, e nella sua primitiva e grossolana semplicità si presentò subito come invenzione feconda di numerose ed importantissime applicazioni. Nel corso di tali invenzioni l'apparecchio ricevette poi forme e disposizioni svariate.

Presentemente si hanno due distinti sistemi di forni elettrici; i forni ad *arco voltaico* che hanno per tipo primitivo il descritto apparecchio di Siemens; ed i forni che possiamo denominare a *circuito chiuso*, che hanno per tipo quello adoperato da *Cowles* nell'elettrometallurgia dell'alluminio. I forni di questo secondo tipo servono quando si hanno a fondere materiali poco conduttori a freddo, mediocrementemente conduttori allo stato di fusione. I due carboni si fanno allora penetrare nel materiale contenuto nel forno fino ad una breve distanza l'uno dall'altro.

La corrente passa così attraverso al frapposto materiale, lo scalda e lo fonde. Di mano in mano, che, procedendo il riscaldamento e la fusione, la resistenza specifica del materiale diminuisce, si allontanano gradatamente i carboni per mezzo di un apposito manubrio comandato colla mano. Per tal modo

si mantiene costante la resistenza e si continua regolarmente l'accumulazione progressiva del calore.

L'importanza dei forni elettrici sta nel fatto, che con essi si può accumulare in uno spazio chiuso, che può anche essere piccolissimo, una grandissima quantità di calore, la quale non è limitata che dalla conduttività e dalla fusibilità delle pareti. Le conseguenze del quale fatto sono due. In primo luogo si possono con un forno elettrico produrre temperature incomparabilmente più elevate di quelle ottenibili con forni ordinari a combustione, nei quali la temperatura è limitata dalla necessità di disseminare il calore nella grande massa dei gas prodotti dalla combustione, e dal fatto della dissociazione, che comincia ad acquistare una importanza quando la temperatura supera i 1500°, e che stabilisce per questa un limite teorico insuperabile. In secondo luogo parecchie operazioni metallurgiche consistenti in riduzioni di ossidi in presenza del carbonio, le quali coi forni a combustione sono impossibili perchè consumano una quantità di calore maggiore di quella che si può produrre colla combustione, sono invece possibili, e si possono razionalmente tentare per mezzo di un forno elettrico.

Le applicazioni più importanti fin d'ora tentate, quelle che presumibilmente avranno il più splendido avvenire, sono appunto applicazioni metallurgiche: sono quelle che si vanno provando con impianti veramente industriali e grandiosi nella metallurgia dell'alluminio. Fra i procedimenti elettrometallurgici per l'alluminio, i soli che finora abbiano dato serie speranze di pratica riuscita e che si possano dire applicati in scala industriale sono quelli di *Cocles*, di *Heroult* e gli affini, nei quali il minerale viene ridotto col carbone in un forno elettrico. Nella esposizione si notavano, nella sezione americana, alcuni campioni di bronzi di alluminio ottenuti con tali procedimenti. Sgraziatamente però nulla era esposto o descritto relativamente agli apparecchi ed ai procedimenti adoperati; quindi in queste note, che si riferiscono unicamente alla elettrotecnica, non si può far luogo che al cenno precedente.

28. Ma per compenso l'esposizione presentava cose notevolissime relativamente ad un'altra applicazione termica della corrente elettrica: alla *saldatura elettrica*.

Anche la saldatura elettrica risale al 1881; ma nella esposizione di quell'anno non figurava ancora; quindi essa costituiva nell'ultima esposizione una novità saliente.

Coi procedimenti elettrici si ottiene la saldatura autogena di due pezzi metallici per mezzo del calore prodotto da una corrente. Ma i modi per ottenere tale risultato sono due, e corrispondono ai due sistemi di forni elettrici sovradescritti. Nell'uno il calore viene svolto in un arco voltaico prodotto tra i pezzi da saldarsi ed un reoforo di carbone tenuto a breve distanza da essi; nell'altro il calore viene prodotto nei pezzi medesimi, messi a contatto, da una corrente che li attraversa. Anche storicamente i due procedimenti si seguirono coll'ordine stesso nel quale si seguirono i forni elettrici. Il primo procedimento tentato fu quello basato sull'impiego dell'arco voltaico, ed è dovuto all'ingegnere russo *De Benardos*. Le prime prove che diedero origine al procedimento, furono eseguite da De Benardos e da Kotinsky nel laboratorio del signor De Kabath per la saldatura autogena delle lastre di piombo per gli accumulatori. Più tardi il De Benardos generalizzò il suo processo, rendendolo applicabile alla saldatura di diversi metalli, ed ottenne in proposito nel 1885, una privativa.

In tale procedimento la saldatura di due pezzi si opera su di una così detta *incudine elettrica*; la quale consiste in una lastra di ghisa portata da una tavola isolante e tenuta in permanente comunicazione col polo negativo di una macchina dinamoelettrica o di una batteria di accumulatori di forza elettromotrice sufficiente per la produzione di un arco voltaico. Sull'incudine elettrica si collocano i pezzi da saldare in quella posizione relativa che dovranno avere ad operazione compiuta. Il polo positivo della macchina dinamoelettrica o degli accumulatori si mette in comunicazione, per mezzo di un cordone flessibile, con un'asta di carbone portata da un manico isolante, che l'operaio tiene colla mano destra.

Appoggiando per un istante il carbone sul metallo e poi sollevandolo alquanto, si dà origine ad un arco voltaico, che

fa fondere i metalli. Facendo allora scorrere l'arco lungo i lembi de' due pezzi, si opera tra questi la saldatura autogena. È inutile notare che durante tutta l'operazione l'operaio deve avere gli occhi protetti da vetri affumicati portati da una maschera o da un telarino a mano, o da appropriati occhiali. L'intensità della corrente deve variare colla natura del lavoro che si ha da fare. Perciò in uno stabilimento industriale ove si voglia applicare il procedimento a vari lavori giova adoperare, come di fatto si fa, una batteria di accumulatori, della quale si possa utilizzare in ogni singolo caso quel numero di elementi che meglio conviene.

Secondo Ruhlmann la cosa più importante dell'invenzione di De Benardos consiste nell'attaccare il carbone al polo positivo invece che al negativo come faceva Siemens nel suo forno elettrico. Il più rapido consumo del carbone è infatti compensato da un grande vantaggio: si produce sul metallo un'atmosfera riduttrice che impedisce l'ossidazione. Il metallo non richiede alcuna preparazione; gli ossidi fondono e si riducono rapidamente, o formano coll'argilla sabbiosa spesso impiegata come fondente una scoria che protegge il metallo.

Si può anche operare sott'acqua.

È facile capire come oltre alle ordinarie saldature si possano col descritto procedimento fare altri lavori, come fori, tagli, chiodature, ecc. È similmente facile capire come apparecchi svariati possano impiegarsi nei vari casi. E infatti lo stesso De Benardos ottenne per tali apparecchi più di una privativa.

Fra i congegni meritevoli di nota proposti da questo inventore cito il cosiddetto *chalumeau elettrico*. Questo si compone di una *incudine elettrica* e di due carboni per la produzione dell'arco. L'incudine non è, come quella or ora descritta, tenuta in comunicazione col polo negativo del generatore di corrente, è invece isolata, ed appoggiata su di una potente elettrocalamita attivata dalla corrente stessa colla quale si opera. I due carboni sono tenuti l'uno d'accanto all'altro, alquanto convergenti, da un comune sostegno che si può far passeggiare colla mano al disopra dell'incudine. Un semplice apparecchio regola la distanza delle punte dei carboni fra le quali si pro-

duce l'arco voltaico. La corrente adunque non passa attraverso i metalli da saldare ed alla incudine, e l'arco anzichè tra un carbone ed il metallo, si forma tra i due carboni, vicino al metallo. Ma l'elettrocalamita su cui si appoggia l'incudine attrae l'arco e lo incurva così che esso forma un dardo il quale colpisce il metallo, un dardo analogo a quello prodotto dalle ordinarie lampade dei saldatori.

Il procedimento De Benardos ebbe qualche applicazione pratica. Una di queste, la quale fece parlare molto di sè, e che diede effettivamente buoni risultati, è quella che fece *Legrand* alla fabbricazione dei serbatoi metallici ermetici. Tuttavia l'impiego di essi dopo alcuni anni di esperimento non si è esteso nè attualmente accenna ad estendersi notevolmente.

29. È probabile invece che ad un grande avvenire sia chiamato l'altro procedimento, quello ove non si fa uso di alcun arco voltaico, ma si fa passare la corrente direttamente attraverso ai pezzi da saldare, messi a contatto. Questo procedimento, dovuto al prof. Elihu Thomson, ha fin d'ora acquistato una certa importanza industriale, e le privative, che lo riguardano, sono attualmente proprietà di una società americana, della *Thomson Electric Welding Company*, avente sede a Boston, la quale impiega per esso notevoli capitali. Questa società ha presentato a Parigi i principali suoi apparecchi ed ha eseguito con essi esperimenti brillantissimi. Benchè nei loro tratti principali gli apparecchi di Thomson fossero già universalmente conosciuti, tuttavia la mostra della *Thomson Electric Welding Company* fu una delle cose più notevoli dell'Esposizione.

Il procedimento di Elihu Thomson consiste nel far passare attraverso ai pezzi da saldare, messi a contatto e convenientemente premuti l'uno contro l'altro, una corrente di grande intensità. Per effetto di questa i pezzi si riscaldano sulla superficie di contatto e nelle vicinanze di essa, si rammolliscono, e coll'aiuto della pressione, che intanto si va esercitando su di essi, penetrano l'uno nell'altro e si saldano perfettamente. L'incandescenza comincia sulla superficie di contatto dei due

pezzi, e poi si propaga a sinistra ed a destra di essa per un piccolo tratto, per un tratto dell'ordine di grandezza del diametro dei pezzi che si saldano. Essa intanto, continuando l'operazione, si fa di più in più viva. Egli è appunto dalla vivezza dell'incandescenza, che l'operatore, edotto dalla pratica, giudica del momento opportuno per sospendere l'operazione. La saldatura comincia nell'interno, e si propaga gradualmente verso l'esterno, per modo che, quando essa appare fatta sulla superficie, essa è certamente perfetta anche nell'interno.

Il procedimento riposa su questo fatto notevole: che durante tutta l'operazione il calore prodotto dalla corrente si manifesta localizzato in uno strettissimo spazio in vicinanza della superficie di contatto dei due pezzi. Tale fatto si spiega facilmente. In principio, quando i due pezzi sono semplicemente appoggiati l'uno contro l'altro, la resistenza elettrica è evidentemente maggiore sulla superficie di contatto che nelle altre parti del circuito, ove si ha la continuità metallica. Quindi là sulla superficie di contatto si svolge, per l'effetto di Joule, la massima parte del calore equivalente all'energia della corrente, là si produce subito l'incandescenza e la fusione parziale del metallo. Quando poi questa prima fase dell'operazione è compiuta ed i due pezzi hanno cominciato a saldarsi insieme, il metallo, che nel luogo della saldatura è caldissimo e semifuso, presenta una resistenza specifica notevolmente maggiore di quella che presenta là dove è freddo; quindi l'effetto di Joule seguita a prodursi specialmente in quella regione, e l'incandescenza non solo si mantiene, ma seguita ad aumentare.

In causa della compressione, che si esercita tra i pezzi mentre sono rammolliti dal calore, si produce nel luogo della saldatura un rigonfiamento della sbarra, cha bisogna poi togliere colla lima.

Ma tolto questo rigonfiamento la struttura del metallo nel luogo ove è stata fatta la saldatura si mostra così omogenea da rendere irriconoscibile l'esistenza della saldatura medesima. La struttura del metallo nel luogo dove si è fatta la saldatura è generalmente fibrosa se si tratta di ferro, granulosa se si

tratta di acciaio. La resistenza alla trazione risulta nel luogo della saldatura pressochè uguale a quella che si ha nelle altre parti del metallo.

Per mettere in pratica il descritto metodo di saldatura, bisogna far passare attraverso i pezzi che si hanno da riunire, una corrente di tale intensità da provocare nei pezzi medesimi, nel modo che abbiamo detto, una elevatissima temperatura. Occorrono adunque correnti di intensità proporzionata alla sezione dei pezzi sui quali si vuole operare; e se tale sezione misura qualche centimetro quadrato, la corrente deve avere una intensità di migliaia di ampère. Per compenso il circuito si può sempre fare così che la sua resistenza elettrica sia minima; e quindi la necessaria corrente si può ottenere per mezzo di piccolissime forze elettromotrici, per esempio, per mezzo di una frazione di volt.

Per produrre le minime forze elettromotrici e le enormi intensità di corrente di cui si ha bisogno, e per far variare e regolare a seconda della natura del lavoro i valori delle une e delle altre, la cosa più comoda e più pratica che si possa fare, è di far uso di apparecchi a corrente alternativa comprendenti opportuni trasformatori. Così fa il professore Elihu Thomson, ed anzi il nodo della sua invenzione e la ragione del suo successo stanno appunto nell'idea di far servire alla operazione della saldatura elettrica correnti alternative.

Gli apparecchi che Elihu Thomson fecesi brevettare, sono numerosi, e parecchi di essi figuravano nella mostra di Parigi, ma tutti sono a corrente alternativa.

Per la saldatura di piccoli pezzi, di fili o di verghette di diametro minore di 13 millimetri, si adopera direttamente, senza l'intermediario di alcun trasformatore, la corrente alternativa data da una macchina dinamoelettrica bipolare, identica, nell'insieme, ad un'ordinaria macchina a corrente continua, ma avente sull'indotto una spirale unica collegata con un collettore a due anelli.

Per la saldatura di verghe più grosse si adopera, invece, sempre la corrente secondaria di un trasformatore. Il trasformatore poi è variamente conformato e proporzionato a seconda

della grandezza delle verghe. Io descriverò, come esempio, il più grande di tutti, quello col quale nell'Esposizione si eseguivano le più brillanti esperienze, saldando in pochi minuti aste di acciaio o di ferro da 5 a 6 centimetri di diametro.

È questo un trasformatore a circuito magnetico chiuso. Il nucleo di ferro formante il circuito magnetico è costituito da un tamburo cilindrico coll'asse orizzontale, composto con lamine di ferro isolate. Esso è solidamente fissato su di uno zoccolo di ghisa servente di base a tutto l'apparecchio.

La spirale primaria è avvolta su di una parte del tamburo nella maniera solita, come una parte di una spirale di Gramme. Data la natura del lavoro che si vuole eseguire, data quindi l'intensità della corrente secondaria, il numero delle spire ed il diametro del filo dipendono dalla forza elettromotrice della macchina dinamo-elettrica e dall'intensità della corrente primaria che si ha da adoperare. Ed un pregio dell'apparecchio sta appunto in questo: che senza modificare nulla nell'ossatura, ma modificando semplicemente il numero delle spire adoperate, si può far servire il medesimo trasformatore a lavori diversi, oppure si possono far servire a compiere un medesimo lavoro macchine dinamo-elettriche diverse. Il circuito secondario è costituito da un semplice quadro o telaio rettangolare passante, con uno de' suoi lati maggiori, dentro al tamburo di ferro in modo da risultare con questo concatenato. Tale telaio rappresenta una spira avvolta sul nucleo di ferro: rappresenta la spirale secondaria: una spirale composta di un'unica spira. Il telaio di cui parliamo è nel piano orizzontale passante per l'asse del tamburo di ferro.

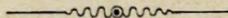
Esso poi è formato con una grossissima sbarra massiccia di rame. La sezione trasversale della sbarra è quadrata ed ha una superficie non minore della somma delle sezioni delle spire primarie. Nel modello, che ha funzionato a Parigi, la sezione trasversale della sbarra aveva da 12 a 13 centimetri di lato. Il descritto telaio non forma però, da solo, un circuito chiuso; infatti il lato esterno parallelo a quello passante nell'anello di ferro, è interrotto verso la metà della propria lunghezza. Ma sui due pezzi di esso, i quali servono come guide,

si appoggiano e possono scorrere due robustissime e massicce morse di bronzo alle quali si raccomandano le due sbarre destinate ad essere saldate insieme. Una delle morse è collegata con una madre vite che si può far avanzare o retrocedere girando la vite con un volantino.

Per chiudere il circuito bisogna mettere a posto nelle morse i due pezzi da saldare, e poi girare il volantino finchè questi sieno venuti a contatto. Il circuito allora comprende i pezzi da saldare e la corrente secondaria passa attraverso alla superficie di contatto dei medesimi. Chiuso il circuito ed incominciata la saldatura, il medesimo volantino, che si governa colla mano, serve a provocare tra i due pezzi la necessaria pressione.

Nell'apparecchio che ha funzionato nell'Esposizione di Parigi la forza elettromotrice secondaria era di circa un mezzo volt, e l'intensità della corrente secondaria raggiungeva approssimativamente il valore di 26,000 ampère. Si adoperava adunque una potenza motrice di circa 18 cavalli-vapore. In un esperimento eseguito con questo apparecchio davanti ai membri del Congresso internazionale degli elettricisti si saldarono perfettamente nello spazio di 195 minuti secondi due sbarre d'acciaio del diametro di 6 centimetri.

Prof. GALILEO FERRARIS.



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

potei 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 còmpito 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 servigi 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 multitubolari 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 scaldamento, 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 raccordamenti 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 devesi 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 parallelepipeda 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 parallelepipeda 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 parallelepipeda 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^a 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'1 0₁₀ 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 8₁₀ 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 7₁₈ 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 cassetti 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 valvola 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'Hôrme* (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 involuppo 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'Hôrmé*, 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 cassettei, 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 *pilon*, con distribuzione a cassette.

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 cassette 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 cassette 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, Leconteux 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 pregiata 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. Biérix (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 supporti 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 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 Biérix 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.

Oggidì 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 riceverono 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 sopra 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'aver 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 cassette, 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, Koërting, 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 Die-dérick. 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 Die-dérick, 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'infiammazione 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 Diedérick, detto «*Securité*» 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 otturazione 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.

Auche 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, agganciandola 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 inverso 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.

Poché 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'adescamento 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; devesi 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 premente. 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 migliona 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 1 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 aprenesi dall'esterno verso l'interno, ed in un punto intermedio colla camera d'aria mercè una valvola a battente aprenesi dall'interno verso l'esterno del tubo; 3° ponendo l'origine della condotta di compressione nella cassa sottostante.

Cou 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 oggidì 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 oggidì 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. Bricnot 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 canapa 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 liguoli 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 debbesi 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 aloe (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 canape 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^a 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 rilegate 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 0/10 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 devesi 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 sovra 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.

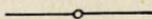
Da questo modo di funzionare dell'apparecchio risulta che l'attacco ed il distacco dei coni di frizioni si opera utilizzando la stessa forza da cui è animato l'albero motore, per modo che l'operaio può, con tutta facilità, porre o togliere l'innesto sovra alberi di qualunque potenza, non producendo che 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 vieppiù 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. Manhés 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 addimostrato 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 furon 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 salutarie 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 ristrette 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 *Hautemont*, di *Maubeuge*, non solo pei prodotti, ma altresì pei bellissimo 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 pei 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 baccini 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 0/10 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) sbozzati, 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 sbozzatrici a trios e due finitrici a due cilindri provvisti di elevatore idraulico a rulli girevoli manovrabile da un banco di comando.

Il motore è una macchina a vapore ad un solo 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 010	Resistenza in Kg. per mm. q.	Allung. ^{to} per 010	NOTE
Ferro omogeneo extra dolce . .	0,04-0,06	33 a 35	29 a 31	Si salda 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. ^{io} semi-dolce per costruzioni .	0,20-0,30	45 a 50	18 a 22	Tempra leggermente, salda, serve per sale davagoni 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 respiratori ferrovie.
Acc. ^{io} 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 ottendersi 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 calderaio.

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 esonevasi 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 tutte 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 teladinarie. Essa produce getti fino al massimo peso ciascuno di 30 tonnellate.

La novità che sopra 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 40 metri e di sezione 290×8 mm. ritorti a freddo in forma di elica; altro di 28 metri per 270×9 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 trasverso	in lungo	in trasverso
	N. 1 qualità ordinarie. . .	Kg. 30	28	6 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 onta 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 $2\frac{2}{3}$ 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. Eranvi 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 28 0₁₀ di allung. e 40 kg. per mm. q. di resistenza alla trazione fino agli acciai durissimi con resistenza di 75 kg. e 12 0₁₀ 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 devesi 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 deforforato.

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 0,10 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 pudellato. 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.

3° Gruppo. — Officine della valle del Rodano e sue adiacenze.

Le numerose officine di questa estesa regione francese, trovansi, come è noto, ripartite in diversi centri distinti, ciascuno dei quali con condizioni speciali influenti sull'indirizzo della lavorazione delle rispettive officine. Tuttavia, ed ora tanto più che l'industria del ferro ha preso grande incremento nel Nord e nell'Est di Francia, tutte in generale, le officine della vallata del Rodano e adiacenze, possono comprendersi in una sola grande categoria, dal punto di vista delle specialità delle loro lavorazioni e delle loro produzioni, che sono caratterizzate in preponderanza da un alto valore unitario.

I centri più ragguardevoli delle officine di detta regione sono situati nel *Gard*, nella *Loire* e al *Creusot*. Quasi tutte le principali officine di queste regioni erano rappresentate all'Esposizione.

Le loro condizioni caratteristiche sono in generale quelle di difettare di minerali sul luogo e di dover perciò ricorrere tutte più o meno a minerali esteri del littorale Mediterraneo (Africa, Spagna, Elba) di costo elevato ma di grande purezza, a minerali francesi di lontana provenienza (Pirinei, Isere, ecc.); e di essere alimentate da combustibili locali dei distinti tre bacini carboniferi d'*Alais*, di *Saint Etienne* e di *Saône Loire*. Pertanto le ghise che vengano affinate in queste officine sono per la più parte identiche e di costo relativamente elevato.

Queste condizioni venivano ben messe in evidenza all'Esposizione dai prodotti speciali e variati che si osservavano nelle distinte collezioni di quelle officine. Devonsi per altro notare delle differenze marcate nelle produzioni e lavorazioni di questi tre centri, dovute specialmente a differenze di condizioni circa gli approvvigionamenti di minerali. Così nella *Loire*, dove le ghise derivano da minerali esclusivamente di provenienza del littorale mediterraneo o da altri punti lontani, i ferri e gli acciai prodotti sono tutti essenzialmente di qualità superiori e per usi speciali. Ivi è abbandonata quasi affatto la lavorazione di

ferri e acciai comuni a buon mercato. Sono invece gli acciai **Martin**, ferri fini ed acciai speciali di pudellatura, i prodotti in grande preponderanza di queste officine. Tali prodotti scelti danno luogo a svariatissime lavorazioni, fra cui le grosse fucinazioni per materiali da guerra, per la marina, costruzioni meccaniche svariate, materiale circolante per ferrovie, getti in acciaio, pezzi speciali e vari di grossa e difficile fucinazione, ecc.

Nel *Gard* invece i minerali di lontana provenienza sono fusi in miscela con minerali locali, e si hanno ghise a costo meno elevato che non nella *Loire*, ma meno pregevoli. Eppertanto coi prodotti di scelte qualità che ivi pure si ottengono, si producono altresì molti ferri ed acciai comuni pel commercio, si fabbricano grosse rotaie per ferrovie e ferri profilati in acciaio Bessemer.

Il *Creusot*, dà una produzione di oltre 200 mila tonn. di ghisa che deriva soltanto in parte da minerali di Algeria, di Spagna, di Allevard in Francia, tutti di sceltissima qualità e di caro prezzo, ed in gran parte da altri minerali di vicina provenienza, meno pregiati, meno ricchi (Miniera di **Mazenay**) fosforosi, e di basso costo. Le ghise di questi ultimi, danno tuttavia dei pregevoli prodotti di acciai dolci e ferri omogenei, col processo Thomas di deforforazione.

Ad ogni modo, anche nelle officine del *Creusot* le specialità di produzioni di qualità superiori e di difficili fucinazioni, sono di preponderante importanza. L'acciaieria ivi esistente con la applicazione dei due processi Bessemer basico ed acido, non è destinata alle grandi produzioni per rotaie di ferrovie e ferri profilati, come nelle officine del Nord.

Delle officine delle tre regioni ora citate solo quelle del *Gard* e della *Loire* erano rappresentate nel Palazzo delle Industrie e soprattutto quelle della *Loire* si distinguevano per l'estensione e grandiosità delle collezioni di prodotti esposti.

Il *Creusot* non era rappresentato che nella galleria delle macchine, da una grande motrice in azione tipo *Cortiss* ad un sol cilindro, della potenza di 400 cav., cha veniva ammirata per la perfezione di costruzione e l'eleganza di forme; alla spianata degli Invalidi, nella Esposizione francese del

Ministero della Guerra, vedevansi pure alcuni pezzi di artiglieria, proiettili, ecc., fabbricati in questo stabilimento primario di Francia.

Le grandi officine del *Gard* non figuravano all'Esposizione con collezioni corrispondenti all'importanza loro; tuttavia fornivano elementi di osservazioni assai importanti.

Finalmente le altre officine più rimarchevoli che figuravano all'Esposizione, e che vanno comprese nella categoria di quelle della regione qui considerata, atteso la loro posizione nella valle del Rodano e in vicinanze, non che per la specialità di produzioni di elevato valore unitario, erano gli *Alli forni* di *S. Louis* di Marsiglia, le officine di *Tarn*, quelle di *Pouzin* nell'Ardeche, quelle di *Givors* e *Chasse* (Rhôm), quelle di *Allevard* (Isère) e qualcuna della *Franca Contea*. Queste varie officine benchè non presentassero collezioni appariscenti, nè dati da richiamare molto l'attenzione dell'osservatore, tuttavia le rispettive esposizioni erano per diverse parti di una speciale importanza, per gli ammaestramenti che fornivano a ferrerie di diverse regioni d'Italia in condizioni analoghe.

Stabilimento di Saint Chamond (Loire) e nuova officina di Adour (Pirinei). — La Compagnia *des Hautes fourneaux Forges et Aciéries de la Marine et des Chemins de fer*, proprietaria di detti due stabilimenti, presentava la più vasta esposizione di prodotti metallurgici e disposta in modo da dare un concetto della estesa lavorazione del complesso delle officine e miniere da essa possedute.

Oltre al primario suo stabilimento di *S. Chamond*, come si sa, essa possiede le officine di *Adour* nei *Pirinei*, alti forni a *Givors* e a *Toga* in *Corsica*, acciaierie ad *Assailly* e fucine a *Rive de Gier*, non che diverse miniere di ferro e di carbone.

Le sue fabbricazioni concentrate a *S. Chamond* consistono nel materiale fisso e mobile da ferrovie escluse le rotaie; in ferri ed acciai per costruzioni navali e costruzioni meccaniche e soprattutto, nel materiale da guerra: pezzi di artiglieria da campagna, d'assedio, di marina, coi rispettivi affusti, proiettili corrispondenti; corazze per navi da guerra e materiale di for-

tificazione. Dispone, come è noto, dei più potenti mezzi per queste ultime fabbricazioni, che sono la specialità dello stabilimento.

Di tutte queste varie fabbricazioni erano esposti saggi e specialmente delle ultime.

La nuova officina di Adour, produce le ghise coi minerali pregevoli di miniere nei Pirenei. È il centro principale della fabbricazione del materiale ferroviario, comprese le rotaie, e dei ferri profilati in acciaio Bessemer.

L'officina di Assailly è destinata esclusivamente alla produzione di acciai al crogiolo e per le laminazioni e finiture speciali minute, ed ora anche per getti d'acciaio.

Officina Saint Chamond. — Circa le specialità più rimarchevoli di questa officina, le fabbricazioni cioè del materiale da guerra, possono interessare le seguenti note.

Tutto l'acciaio per la fabbricazione di questo materiale è ottenuto ai forni *Martin* mediante ghise di Corsica, di Adour e di Givor, derivate da minerali di Spagna e d'Africa e di Sardegna (miniera Saint Léon) e con ferro speciale pudellato a S. Chamond in forni *Pernot*.

Le ghise per queste fabbricazioni non contengono che 0,0003 di solfo e 0,0005 di fosforo. Esse però, malgrado la loro purezza, sono ancora assoggettate ad un'operazione di epurazione speciale col processo Roret prima di venir caricate nel forno Martin, per acciaio da cannoni; ed allora non contengono più che 0,00005 di solfo e 0,0002 di fosforo.

I lingotti per cannoni sono colati in lingottiere con disposizioni speciali e di dimensioni ben prestabilite in rapporto a quelle del pezzo da ottenersi. La martellatura di questi lingotti è fatta in officina apposita, la quale, oltre gli apparecchi potenti di manovra e forni di riscaldamento, è provvista di diversi grossi magli, fra cui uno di 100 tonn. di mazza. Qui pure vengono fucinate le grosse cerchiature di cannoni.

La tempra e la ricottura dei pezzi fucinati al maglio, vengono fatte, in seguito, dopo che il pezzo fu ridotto cilindrico o tronco-conico, ritagliato del metallo eccedente e si sono presi

di esso diversi pezzi per assaggi di resistenza. Quando in seguito ai risultati di tali assaggi, il pezzo grezzo di fucinazione è accettato, viene sbizzato al tornio, indi forato, temprato all'olio e ricotto. Queste ultime operazioni sono le più difficili.

A S. Chamond si dispone dei più perfetti e potenti mezzi a tal uopo; ivi è adottata la *tempra verticale* dei grossi pezzi. Il pozzo all'olio deve contenere un peso d'olio circa 20 volte quello del cannone da temprarsi. Fatta la tempra e la ricottura si distaccano di nuovo dal pezzo dei dischetti di assaggio in determinati punti. Il metallo da cannone è caratterizzato, dopo tempra, da una resistenza di 54 a 75 kg. e di 14 p. 0/10 di allungamento al minimo, inoltre deve resistere alle prove di urto prestabilite.

Finalmente superate queste prove, il pezzo può ancora venire rifiutato, se durante il lavoro di finitura il metallo presentasse qualche paglia, soffiatura o inomogeneità qualsiasi.

Per assicurarsi della riuscita di una tale fabbricazione, comprendesi quanta cura è d'uopo aver sulle materie prime e sui minuti particolari del lungo processo di lavorazione.

Le cerchiature di cannoni si fanno di acciaio pudellato e le ghise destinate a questa pudellatura sono tutte al carbone di legna, provenienti dall'officina Toga in Corsica. Queste cerchiature sono fatte per avvolgimento analogamente al modo di fabbricazione dei cerchioni da ruote, indi vengono temprate all'acqua. I cerchioni per cannoni di marina sono, per lo più di acciaio fuso; in tal caso i lingotti sono assoggettati alla stessa serie di operazioni che si fanno pei cannoni.

L'officina di S. Chamond consegna pezzi di artiglieria intieramente finiti, provati in un proprio campo di tiro e pronti ad entrare in servizio. Si rimarcavano all'Esposizione dei nuovi affusti tutto in acciaio di getto.

Riguardo ai proiettili vanno rimarcati gli *obus* cavi, così detti di rottura, in acciaio al crogiolo *extra duro*, martellato, temperato e ricotto con processo brevettato, sul quale si asseriscono proprietà eccezionali.

Le corazze da navi da guerra costituiscono pure una specialità, come è noto, della officina di S. Chamond. Quivi si

fabbricano tutti i tipi di corazze: in acciaio, in ferro e miste. Però la fabbricazione di corazze miste, cioè in ferro e acciaio riuniti è ora qui a quanto pare la più comune.

Il ferro per corazze e lastroni, che deve poi saldarsi con acciaio, proviene da ghise finissime al carbon di legna, anche esse di Toga. Sono ferri nervosi ed a gran resistenza che vengono raffinati con più pacchettature e laminazioni prima di giungere ai piattoni o lastroni elementari con cui formare il grosso pacchetto definitivo di una corazza. Questo viene tirato al gran laminatoio da corazze ed infine al laminatoio universale.

Le corazze *miste* si fabbricano col noto sistema *Cammel*. Si fabbrica la corazza in ferro come sopra: finita che sia viene riscaldata a temperatura opportuna, messa in un quadro a stampo in ferro e sopra vi si cola l'acciaio dal forno Martin direttamente. Si termina la corazza di fucinazione tosto dopo solidificazione. La miglior proporzione dei due metalli pare sia, per lo spessore, due di ferro ed uno di acciaio. Le più grandi di queste corazze raggiunsero lo spessore di 48 cent. ed il peso di 50 tonnellate.

Per la centratura su modello della corazza tosto fucinata si dispone di un pressoio idraulico di 4000 tonn. e la finitura agli utensili è fatta con macchine potentissime, sulle quali, erano pure esposte, diverse indicazioni assai interessanti per la parte meccanica.

A proposito delle fabbricazione di grosse corazze, come si sa, è dubbio se siano migliori quelle di sistema *misto* (compound) oppure quelle tutto in acciaio fuso e martellate, come si fanno al *Creusot*. Nella officina di Saint Chamond pare si abbia più fiducia nell'avvenire delle corazze *miste*, reputando difficile che una grossa massa tutta in acciaio, oltre un certo spessore, possa prendere un buon assetto molecolare e risentire ovunque gli effetti della tempra. Ad ogni modo, gli impianti e mezzi di fabbricazione di cui disponi, possono applicarsi a produrre corazze di qualsiasi sistema.

Si può formarsi un criterio dell'importanza che ebbe e che ha la fabbricazione del materiale da guerra nello stabilimento

che considerasi, dai dati esposti circa al quantitativo prodotto di tal materiale dal 1853 in poi. Eccone alcuni:

Cannoni del calibro da 65 mill. a 42 cent. N. 7042 pezzi del peso di tonnellate 5053.

Cerchioni in acciaio speciale per cannoni N. 112174 pezzi del peso di 15250 tonnellate.

Corazze per navi di vari sistemi: tonnellate 40 mila.

Nuove officine di Adour. — Nel mezzogiorno della Francia presso Baiona, in località opportuna per avere a buone condizioni minerali dei Pirinei francesi e spagnuoli, fu eretta, da pochi anni la nuova officina di Adour destinata alla fabbricazione delle ghise e del grosso materiale ferroviario.

L'impianto consiste in tre alti forni a coke, una fossa Bessemer a due convertitori di 10 tonnellate, un gran treno finitore reversibile, per rotaie e barre profilate. Quest'officina può produrre 70 mila tonnellate di rotaie all'anno.

Erano rimarcate le varie qualità di ghise esposte e destinate per le acciaierie, nonchè i minerali corrispondenti. Fra le specialità di prodotti di quegli alti forni, eranvi leghe al 65 0/0 di Cromo, 24 0/0 di Fe, 10,5 0/0 di C, 0,4 0/0 di Mn e 0,4 0/0 di Si, derivate da minerali al 68,70 0/0 Cr. Osservavansi pure ghise con forti tenori di Alluminio, delle leghe al Silicio e varie altre specialità di prodotti per produzioni di acciai.

Stabilimento Marrel fratelli a Rive de Gier. Etainge. — Accanto all'Esposizione di S. Chamond, eravi quella non meno importante dei fratelli Marrel, che attirava l'attenzione per i grossi pezzi di fucinazione ed il grosso materiale da guerra in ferro ed in acciaio.

Come si sa, questi prodotti formano la specialità dei due stabilimenti de Rive de Gier, e del nuovo di Etainge a Couzon, vicini l'uno all'altro. Ma è nel nuovo grande stabilimento di Etainge dove sono ora concentrate le più importanti lavorazioni dei signori Marrel. Si può dire che le vecchie officine di Rive de Gier, degli stessi proprietari, nonchè l'altra alla Chapelle, non sono più che dipendenze di quella di Etainge

di recente impianto, destinata quasi esclusivamente alla fabbricazione del materiale d'artiglieria e di marina da guerra e mercantile.

Di grossi pezzi di fucinazione esposti rimarcavasi un albero d'elice lunghissimo annotato del peso di 13200 chg.; un albero a gomito di 17650 chg., altro di 19800 chg. sbizzato al maglio ma in 5 pezzi, più altri alberi, âncore ecc. tutto in ferro saldato.

A dimostrare la potenza dei mezzi di laminazione, presentavasi una lamiera lunga metri 17,20, larga 2,92 e di spessore 0,06; una barra a doppio T di mm. 300 \times 145 lunga metri 18,17, ed altre di diverse sezioni grandi e di lunghezze fino a 21 metri.

Come potenza di colate di acciaio che possonsi ottenere nei forni Martin riuniti nell'officina nuova di Etainge, presentavasi un *fac-simile* di lingotto che fu ottenuto del peso di 86 mila chg.

Il materiale da guerra esposto consisteva in corazze di ferro e miste (compound), cannoni, proiettili di rottura, cerchioni per cannoni. Fra questi notavasi una serie di tubi o corpi di cannoni dei calibri da 80 fino a 270 mm. per artiglieria di terra e altra serie del calibro da 14 a 31 cm. per artiglieria di marina.

I proiettili di rottura erano tutti in acciaio al cromo, e alcuni di essi avevano già servito per prove di tiro, di cui esponevansi dati interessanti.

Le corazze miste sono quelle che ora quasi esclusivamente si fabbricano dai signori Marrel secondo il sistema *Commel*. La più grossa di esse aveva lo spessore di 35 cent. ed il peso di 18650 chg.; ma se ne sono fabbricate di ben più importanti. La corazza che più attirava l'attenzione come pezzo di laminazione, era tutta in ferro destinata per ponti di nave, della lunghezza di metri 17,20, larghezza 2,92, spessore 0,06 e del peso di 26300 chg. È forse la più grande corazza laminata che siasi costruita finora.

Di pezzi di grossa fucinazione le officine Marrel forniscono circa la metà del consumo francese, e di corazze da navi dal

1860 al 1889 ne fabbricarono tonnellate 43520 per la Francia e per l'estero.

Di cannoni di ogni calibro ne fornirono 3525 pezzi nello stesso periodo di tempo.

L'officina di Etainge, dove sono ora concentrate tutte le fabbricazioni del materiale da guerra e la maggior parte di quello di grossa fucinazione in acciaio ed in ferro, dispone dei più potenti mezzi di lavorazione e va tuttora ampliandosi con nuovi grandiosi impianti. Essa come si sa, in tali generi di lavori, è dei più rinomati stabilimenti di Francia e raccoglie tutto ciò che vi ha di perfezionamento e di grandioso, sia negli apparecchi sia nelle disposizioni degli impianti. Ivi si sta ora costruendo un gran maglio di 100 tonn. di massa, per la fabbricazione dei più grossi pezzi di artiglieria. Questo grandioso impianto, che pare sarà il più ragguardevole del genere fra tutti quelli esistenti in Francia, era rappresentato all'Esposizione con un modello al 1/10. Le gru di servizio saranno della portata di 180 tonnellate.

Ivi è pure allo studio la costruzione di una nuova tettoia lunga 120 metri e larga 40, da destinarsi per il materiale da guerra, cioè per la cerchiatura, e finitura completa dei pezzi di artiglieria di ogni dimensione. Compiuto che sia questo impianto usciranno da Etainge i pezzi d'artiglieria del tutto finiti e completi sui rispettivi affusti pronti ad entrare in servizio.

L'attuale maglio in esercizio per le più grosse fucinazioni è di 50 tonnellate.

È in questa officina ove trovasi ora stabilito il gran laminatoio universale, attivato da una macchina di 1000 cavalli. Esso ha una larghezza di tavola di metri 3,30, e servì a produrre le più grandi corazze che siano state finora usate del sistema misto e di ferro.

Le grandi colate di acciaio si fanno in un compartimento dello stabilimento dove sono stabiliti 4 forni Martin-Siemens di 35 tonnellate ciascuno, ciò che permette di far colate riunite di 140 tonnellate. È questa un'istallazione che non ha rivali in Francia. Rimarcasi qui il servizio pei trasporti che

fatto con un ponte mobile di 140 tonnellate di potenza e 16 metri di portata e il cui movimento è comandato da una *trasmissione elettrica*.

La pudellatura si fa in 12 forni ordinari ai quali stanno annessi due magli e due treni di laminatoi, questi comandati da una macchina di 150 cavalli.

La laminazione delle lamiere e dei ferri profilati si effettua mediante 5 treni laminatoi fra cui un treno universale servente anche alla sbazzatura dei lingotti, delle lamiere e delle grandi sezioni dei profilati. Tutti i treni sono mossi dalla macchina del treno a corazze di sopra indicata (1000 cav.) ed i forni di riscaldamento pel servizio dei medesimi, sono tutti a gaz.

Oltre agli acciai Martin e ferri di pudellatura ad Etainge si produce pure dell'acciaio al crogiolo pel quale havvi un impianto di due batterie di forni a vento per 40 crogioli. Questo è destinato specialmente per la fabbricazione degli obus di rottura in acciaio al Cromo, e per i pezzi speciali occorrenti nei diversi stabilimenti dei signori Marrel.

Gli impianti per la tempra e ricottura sono dei più perfezionati e grandiosi. Si sta modificando l'officina di tempra verticale onde poter temprare pezzi di metri 18 di lunghezza a mezzo di gru di 24 metri di corsa. Disponesi di macchine utensili di grande potenza, per la finitura completa di grossi pezzi per materiale da guerra.

Riassumendo, l'impianto dello stabilimento di Etainge è formato di un gruppo di gallerie in ferro e vetri, coprenti una superficie di 170 metri di lunghezza su 70 di larghezza. In queste sono distinte i seguenti compartimenti ed officine principali.

Officina di laminazione e centratura di corazze.

Officina di laminazione per lamiere e ferri profilati.

Officina di tempra e ricottura di corazze e lamieronì.

Officina dei grossi magli e di fucinazione cannoni.

Officina di fabbricazione dei corpi d'obus a gran capacità.

Officina di finitura delle corazze.

Officina di pudellatura.

Officina di tempra delle cerchiature cannoni e delle corazze.

Officina per acciai al crogiolo, e grande fonderia Martin.

Le altre due officine dei signori Marrel stabilite a *Rive de Gier* e a *La Chapelette*, sono destinate a speciali fabbricazioni di catene, âncore, e pezzi di grossa fucinazione in ferro saldato, specialmente per la Marina nazionale e per le Compagnie di Navigazione. Si possono fucinare a Rive de Gier, pezzi del peso massimo di 35 tonnellate e quivi la grossa fucinazione di pezzi in ferro per saldatura continua ad essere applicata con preponderanza su quella moderna dei pezzi in acciaio, conservando l'antica e ben nota riputazione in tale specialità di lavori.

Acciaieria Jacob Holtzer e Cie di Unieux. — Il centro di produzione di acciai al crogiolo e di acciai raffinati, il più importante della Francia è quello della Loire, come è noto, ma è specialmente a *Firminy* ed a *Unieux* dove sonvi i due principali stabilimenti per queste produzioni di alto valore cioè l'acciaieria Holtzer e l'acciaieria di Firminy.

Entrambe erano assai bene rappresentate all'Esposizione; i prodotti loro benchè meno appariscenti di mole, tuttavia erano di primaria importanza e sovra tutto devono interessare per l'Italia, dove pure sarebbe possibile, senza speciali protezioni, di sviluppare un'analogia industria, richiedente materie prime di sceltissime qualità e molta abilità di mano d'opera.

L'officina Holtzer è forse la più importante di tutte per le sue specialità di acciai finissimi, e benchè la sua produzione complessiva non oltrepassi le 12000 tonn. rappresenta tuttavia un valore relativo assai elevato.

Gli acciai che produconsi in questa officina sono: acciai fini al crogiolo, acciai di pudellatura e acciai detti *corroyè*, cioè raffinati più volte a pacchetto. Da ciascuna qualità, ma specialmente con quelli fusi, si derivano molti svariati tipi aventi ciascuno proprietà speciali per determinati usi industriali e per l'arte della guerra.

Nell'esposizione Holtzer si osservavano questi varî tipi di acciai in verghe spezzate per dimostrarne la finezza di granulatura con dati annessi di resistenza; in pezzi diversi fucinati, di piccole dimensioni per costruzioni di macchine ed altri

usi. Ammiravansi parecchi pezzi in getti finissimi e assai pregevoli; utensili diversi, pale, picche ecc., proiettili cavi, piccoli pezzi d'artiglieria, lamieroni speciali di difesa militare in acciaio cromo, con dati di prove diversi. Le qualità dette acciaio-Holtzer al *Cromo* ed al *Wolfram*, sono specialità caratteristiche dell'officina.

Le materie prime che servono per queste fabbricazioni sono esclusivamente le ghise al carbone di legna, di Rio (Pirenei Orientali) e ferri di Svezia delle prime marche.

Gli alti forni di Rio sono di proprietà della Ditta e sono alimentati da minerali spatici e perossidati che escavansi nella regione del Canigoux e prossime. I ferri e gli acciai ottenuti con queste ghise purissime sono, dopo cementazione, trasformati in acciaio al crogiolo od in acciaio raffinato al maglio (*corroyé*). Il ferro di Svezia serve specialmente per la produzione di acciai da utensili.

Le principali specialità di produzioni dell'officina ed il rispettivo quantitativo annuo di fabbricazione, come da tabella esposta, risultavano per l'esercizio 1888 89 come appresso.

1° Tonn. 4000 acciaio al crogiolo, dei seguenti tipi:

Acciai cromati: di grande resistenza e tenacità e grande durezza dopo tempra. Se ne producono di tre categorie di diversi gradi di durezza colle denominazioni *cromo-Holtzer* tutte per utensili.

Acciai al Wolfram: pure per utensili che non richiedono tempra. Non vi ha punto alterazione nella durezza di questo metallo col riscaldamento che subisce durante la lavorazione come utensile.

Acciai fusi: per manifatture d'armi (canne da fucile, scia-bole, baionette, ecc.)

Acciai fusi per coltelleria, falci, pale, mane, ecc.

Acciai fusi per lime, molle, fioretti da mina, ecc.

Acciai da colarsi in stampi, getti diversi.

2° Tonn. 3000 acciaio di pudellatura, di cui però due terzi sono tradotti in acciai raffinati e l'altro terzo è messo in commercio per uso molle da vettura, utensili d'agricoltura, barre a mine, lime, ecc.

3° Tonn. 600 acciai raffinati, che subiscono fino quattro raffinazioni a pacchetto. Servono per acciaiare utensili di ferro, per molle di orologio e diversi pezzi minuti di fucile, per coltelleria, ecc.

4° Tonn. 1000 di ferro pudellato da tradurri in acciaio con la cementazione.

5° Tonn. 2500 di acciai cementati i quali nella massima parte vengono tradotti all'officina in acciai fusi e per piccola quantità sono messi in commercio per fabbricazione di lime.

Altre 1000 tonn. circa di acciaio sono tradotte in pezzi diversi.

Il numero degli operai impiegati sull'officina è di circa 1000. La consistenza di questa nelle parti essenziali è la seguente:

N. 7 forni di fusione al crogiolo a gas, sistema Siemens, contenenti ciascuno 30 crogioli. Si possono fare colate di 6000 kg. in lingotto.

N. 10 forni doppi a gaz per riscaldamento lingotti e ribolliture ferri e acciai naturali.

N. 10 forni di pudellatura.

N. 10 forni a riscaldamento in servizio dei magli e laminatoi.

N. 12 forni di cementazione contenenti da 15 a 30 tonn. ciascuno e produttori circa 2500 tonn. all'anno.

L'officina possiede inoltre 5 treni laminatoi, 25 magli a vapore da 2 a 15 tonn., 12 maglietti a coda (dall'antica foggia) per la tiratura dell'acciaio con gli annessi ordinari per dette fabbricazioni.

Si sta terminando un ampliamento dell'officina di *Unieux* per l'aggiunta di una speciale fonderia di acciaio per grossi pezzi di getto, per l'impianto di due treni nuovi laminatoi che saranno attivati da una macchina di 600 cavalli e di un pressio di 2000 tonn. che lo si destinerà alla fucinazione in luogo dei magli. Attendonsi da questa fucinazione a lenta pressione migliori risultati che non al maglio ad imitazione di parecchie officine inglesi.

Interessavano soprattutto questi ultimi dati per dimostrare come si tenda a dare grande incremento alla fabbricazione dei getti in acciaio al crogiolo ad onta dei progressi che si sono

fatti nella produzione di getti in acciaio Martin, I getti di acciaio al crogiolo esposto dall'officina Holtzer presentavano tutti una finitezza e compattezza inappuntabili.

Come fabbricazioni speciali dell'officina oltre a quelle indicate vanno citate le fabbricazioni di pezzi di macchine e di utensili per l'artiglieria e genio (Picche, accette, pale, ecc.): cannoni e loro cerchiature fino a pezzi richiedenti lingotti del peso massimo di 6 tonnellate, proiettili di rottura in acciaio fucinato e temperato fino al peso di 1000 chilogrammi proiettili in acciaio colato in stampo, lamieroni in acciaio cromato per difese militari di specialissima fabbricazione della Ditta Holtzer, assai apprezzati per le prove di resistenza che hanno superato, e di cui presentavansi saggi numerosi.

Officina della Società di Firminy. — L'esposizione di questa officina era ben più grandiosa di quella precedente e di ben maggiore importanza produttiva. Essa produce non soltanto acciai finissimi come la Ditta Holtzer, ma bensì acciai Martin ferri fini di pudellatura; fabbrica materiale ferroviario (escluse le rotaie); materiale d'artiglieria, pezzi di piccola e grossa fucinazione, fili e funi di diverse categorie in ferro e in acciaio. Contiene inoltre un grande alto forno per la produzione delle ghise, il solo forse che esista nella Loire.

Tutti i vari rami dell'industria dei ferri fini e acciai a partire dai minerali fino ai prodotti finiti, sono eserciti in questa officina, e la ricca collezione esposta ne dava saggio ammiratissimo.

La consistenza di questa officina per le parti più essenziali è questa:

Un alto forno di moderna costruzione munito di apparecchi Whitwell, atto a produrre 100 tonn. di ghisa d'affinazione al giorno.

Due fonderie Siemens. Martin con 8 forni di fusione e diversi forni di riscaldamento a gaz.

Venti forni di pudellatura per ferri e acciaio.

Due forni di cementazione.

I congegni e mezzi meccanici di lavorazione in servizio di questi impianti di forni sono assai variati, attesochè lo stabilimento si è dato a parecchie fabbricazioni speciali.

I minerali che si fondono all'alto forno provengono per la più parte dalle miniere di *Mokta-el-Hadid* e nel resto da altri minerali di Spagna di grande purezza. Le ghise prodotte sono di molte qualità: dalle ghise comuni alle più fine, spigel, silico-spigel, ghise al cromo, ecc.

È rimarchevole il fatto di riuscire a produrre tante varietà di ghise dallo stesso alto forno.

L'alto forno ha 200 metri cubi di capacità e la sua produzione può giungere fino a 120 tonnellate al giorno per ghise scure finissime; 35 a 50 tonnellate per *Spiegel*, e si abbassa la produzione fino a 10 o 15 tonnellate in andamento di silicio.

Il tenore in silicio di quest'ultime ghisa giunge fino al 20 0/10 ed anche più. È un risultato veramente straordinario che dinota l'intensità grandissima del potere riducente, a cui si sa spingere quell'alto forno.

Accanto all'alto forno havvi stabilito un cubilotto *Rollet* per l'epurazione delle ghise. Con questo apparecchio a guarnitura basica, colle aggiunte di calce nel letto di fusione, si epurano le ghise assai bene dallo zolfo, e si riducono queste a non più contenere di fosforo che il 0,004 per 100. Si è con queste ghise così epurate che l'officina fabbrica i suoi ferri di qualità superiore e gli acciai finissimi per utensili, cannoni, proiettili, fili di gran resistenza, ecc.

I getti esposti erano svariatiissimi: ingranaggi, ruote di locomotive e di vagoni, ruote da vagonetti, tenditori per vagoni, piastre di fondazione di macchine, ali d'elice, cilindri per pressoi idraulici, ecc.

Si fabbricarono di getti in acciaio, nell'ultimo esercizio per oltre 100 mila tonnellate e non bastarono a soddisfare le richieste. Si è ora in via di ampliare gl'impianti per la fonderia in acciaio.

Questi acciai colati in stampi presentano una resistenza al limite di elasticità non mai inferiore a 30 kg. per mm.q. ed una

resistenza alla rottura di 50 a 90 kg. con un allungamento del 10 a 22 0/10

Gli acciai al crogiolo si fabbricano come fu detto, in 3 forni Siemens della capacità di 40 crogioli ciascuno. I prodotti sono classificati in diverse categorie e ciascuna con minute sotto-divisioni secondo il grado di durezza e le applicazioni.

Distinguonsi le categorie: acciaio al cromo, acciaio fuso qualità extra, acciaio di qualità superiore, acciai prima qualità e acciai qualità ordinaria. A ciascuna di queste cinque categorie corrispondono diverse durezze e specialissime destinazioni, soddisfacenti a moltissime esigenze dell'industria. Queste svariate classificazioni sono controllate da numerosissime prove di resistenza che si fanno all'officina, ciò che dimostra con quanta accuratezza sono condotte queste lavorazioni.

È recente la fabbricazione dei fili di acciaio a Firminy; essa ha già preso grande sviluppo e applica i migliori processi adottati in Inghilterra e in Germania. Un treno a tondinella produce tutto il tondino a trafilarsi nell'officina e il dippiù vendesi per la produzione di molle da letto, chiodi, ecc.

La Trefileria di Firminy applicasi solo a produrre fili speciali di qualità superiore e di gran resistenza. Le fabbricazioni principali sono:

Fili per funi che sono classificati in 6 categorie secondo il grado di resistenza e di flessibilità da 60 a 75 kg. per mm. q. e 18 di flessibilità, fino a 150 180 kg. per mm. q. e 22 a 25 di flessione (intendesi pel numero di flessione, il numero delle volte che il filo di 2 mm. di diametro piega su se stesso prima di rompersi).

Fili per corde di pianoforti.

Fili per uso speciale di massima resistenza. Uno di questi fili di 3 mm. di diametro resiste a 210 chilogrammi per mm. q., un filo di 2 mm. era annotato per resistenza di 250 chilogrammi per mm. q.

Fili galvanizzati per telegrafi, trasmissioni, segnali, ramati, per molle, per tele metalliche e moltissimi altri usi che sarebbe troppo lungo enumerare. Solo di fili per funi nel 1888 se ne sono prodotti 570 kg.

L'officina coi suoi acciai e ferri ha stabilito diverse altre fabbricazioni speciali fra le quali notansi:

Pezzi di grossa e piccola fucinazione al maglio e alla matrice per costruzioni di macchine.

Utensili diversi (martelli, masse, picche, pale, fioretti, mina, lame per cesoie, ecc., ecc.).

Utensili per l'agricoltura in acciaio (orecchie d'aratro, denti d'estirpatore, ecc.).

Lamine per cartiere. Molle per carrozzeria di tutti gli svariati tipi in uso.

Sale da carrozza.

Incudini in acciaio fuso, ecc.

Il materiale da guerra per artiglieria e marina forma pure oggetto di fabbricazione, ed ha preso molta importanza anche a Firminy per tubi di cannone, per cerchiature per i proiettili in acciaio cromato e per canne da fucile facinate.

Il materiale di ferrovie e di miniere che si fabbrica in queste officine consiste in cerchioni in ferro ed in acciaio, ruote piene in ferro e acciaio, sale di ruote per locomotive, vagoni e vagonetti, piccole rotaie in acciaio fuso, molle, ecc.

Gli oggetti enumerati ed altri ancora che adornavano la collezione di Firminy dimostravano come può prendere sviluppo un'industria limitata a qualità sceltissime di materie e il vantaggio che se ne può trarre col collegare la produzione del metallo grezzo con la seconda lavorazione.

Basterà a dare un concetto dell'importanza industriale dell'officina di Firminy, il citare che nel 1887 si raggiunse un valore produttivo di L. 5.294.000 e nel 1888 un valore di L. 6.311.000. Il numero di operai occupati nello stabilimento è di 2000.

Officine della Compagnia delle Fonderies et Usines de l'Horme. — La società dell'*Horme* era assai bene rappresentata all'Esposizione e dei suoi prodotti ve ne erano distribuiti in 12 sezioni o classi. Io mi limitai ad osservare quanto esponevasi nelle classi 41 e 48, assegnate ai prodotti *metallurgici* e materiali di *miniere* e di *metallurgia*, che trovavansi rac-

colti in un fabbricato isolato del Parco, appositamente costruito da detta Società.

La parte principale dell'esposizione della Compagnia dell'*Horme*, riguardava le costruzioni meccaniche e del materiale mobile ferroviario, caldaie a vapore, macchine a vapore ed a gas, materiale e macchine di filatura, tessitura, tintoria, ecc.

I suoi stabilimenti hanno acquistato, come si sa, una rinzomanza nella Loire, per la costruzione di macchine per coltivazioni minerarie e officine metallurgiche, e forse la più parte di questi materiali, di cui sono fornite le miniere e le officine della regione, furono costruite all'*Horme*.

Gli stabilimenti che possiede ora detta compagnia e dei quali si esponevano saggi di produzione sono: le officine dell'*Horme* e di *Giers* nella Loire, gli Alti forni di Pouzin nell'Ardèche, le Miniere di ferro di Veyras nell'Ardèche ed i Cantieri della Buire presso Lione destinati specialmente alle costruzioni di materiale mobile di ferrovia, che sono fra i più grandiosi per tali specialità. Di queste ultime e di altre costruzioni meccaniche, eranvi esposte grandiose collezioni assai interessanti.

Le officine dell'*Horme* che come è noto, avevano grande importanza anche come produttrici di ferri e acciai mercantili, ora, colle nuove condizioni dell'industria siderurgica, dovettero modificare indirizzo, ed esse si dedicano ora quasi solo alle costruzioni meccaniche e *alla fonderia* di seconda fusione, restringendo la fabbricazione del ferro e acciai e alle sole qualità superiori per destinazioni speciali. Quasi tutte queste produzioni sono esitate nei cantieri di costruzioni meccaniche all'*Horme* ed alla *Buire*.

Le officine dell'*Horme* sono distinte in Fucine per la fabbricazione del ferro e acciai, Fonderia e officine di costruzioni meccaniche.

Le Fucine di fabbricazione del ferro sono ora ridotte a quella di *Giers*, dove sono attivati 14 forni di pudellatura ordinaria, un treno di pudellatura, due laminatoi per ferri mercantili, profilati, piatti; sono questi ultimi serviti da 4 forni di riscaldamento a gaz. Due forni *Martin* forniscono l'acciaio.

La produzione annuale loro è ora all'incirca di 8 a 10 mila tonn. di ferri finiti laminati quasi tutti di qualità superiori, per usi speciali di costruzione meccaniche e ferroviarie, per l'Artiglieria e per la Marina.

I due forni Martin sono di capacità di 8 tonn. e sono alimentati ciascuno da 4 gazogeni; uno di essi forni è a suola silicea, l'altro è a suola basica. Notavasi qui su disegno una bella disposizione di piattaforma girevole che sta davanti alla parete di colata di ciascun forno e sulla quale le lingottiere vengono successivamente portate sotto il canale di colata, con manovre semplicissime.

La Fonderia di ghisa ha molta importanza all'*Horme*, ed è certo la più ragguardevole fra tutte quelle della Loire. Vi si colano, senza difficoltà, dei pezzi di 70 tonn. Essa gode rinvio, per le qualità meccaniche delle ghise e per la perfezione dei getti che produce.

Essa presenta un esempio d'impianto degno di rimarco per la sua regolare disposizione. Occupa una superficie coperta di 4000 mq. circa. La fusione delle ghise vien fatta in tre cubilotti e in un grande forno a riverbero della capacità di 15 tonn. di metallo. Per i grossi getti l'officina è servita da 4 gru a vapore della potenza di 30 tonn. ciascuna, e disposte in modo, che venendo esse a convergere in uno stesso punto possono, riunite, sollevare dei pesi fino a 120 tonn.

Due macchine a vapore di 40 cav. ciascuna attivano i ventilatori, i monta cariche, gli apparecchi meccanici per la preparazione delle sabbie ecc.

Notasi qui l'applicazione delle nuove macchine a modellare gli stampi per i pezzi correnti, e che permettono, come si sa, una nitidezza straordinaria di getti e grande economia di mano d'opera. La produzione di questa fonderia ammonta a circa 5000 tonn. in pezzi di tutte dimensioni e forme.

Le officine di costruzioni meccaniche all'*Horme* danno produzioni delle più variate, ma specialmente di macchine e congegni per impianto di miniere e per officine metallurgiche come: macchine di estrazione, macchine di esaurimento acque, ventilatori, macchine soffianti, compressori, magli a vapore, trasmissioni, e laminatoi.

Le macchine a vapore che vi si fabbricano sono di tutti i sistemi, ma quelle per fucine e per miniere, sono in gran parte ad espansione Mayer; quelle destinate alle manifatture, ove richiedesi, soprattutto, grande regolarità di marcia ed una grande economia di vapore, si fanno, in buona parte ora del sistema detto *Bonjour* ad espansione variabile per regolatore; e sulle quali, come è noto, si ottiene la pronta chiusura dell'ammissione del vapore con speciali disposizioni cinematiche senza gli organi di scatto che distinguono le distribuzioni del tipo *Cortiss*. Se ne fanno di queste macchine a due cilindri *compound* e ad un sol cilindro.

Altra specialità più recente delle costruzioni di queste officine sono le macchine a gaz, del sistema detto *Simplex*, attivate sia dal gaz d'illuminazione, sia dal gaz di gasogeno.

A questo proposito va detto che nelle officine della Comp. dell'Horme fu soggetto di seri studi la quistione dell'applicazione del gaz di gasogeno come forza motrice, in sostituzione di quello d'illuminazione. Si presentò all'Esposizione, una soluzione di tal quistione col gazogeno *Buire-Lencachez*, che trovasi stabilito all'officina di Buire.

In quell'officina viene attivata, col gaz di detto gasogeno, una macchina *Simplex* di 6 cavalli ed i risultati che si ottengono sono questi:

Con un litantrace magro del *Creusot* in andamento regolare, si ottengono 4 mc. di gaz per chilog. di combustibile, e si verrebbe a consumare in dette motrici mc. 3,60 di tal gas per cavallo-ora. In una recente istallazione di questi gazogeni e di macchine *Simplex* della forza di 50 cav. fattasi a Marsiglia, non si avrebbe che il consumo di 650 gr. di antracite per cavallo-ora. Si avrebbe quindi un consumo di combustibile, come vedesi, assai minore di quello che da la miglior macchina a vapore e con vantaggi di maggior semplicità e di economia di impianto.

Alti forni di Pouzin (nell'Ardèche). — L'officina di Pouzin comprende 6 alti forni, dei quali due sono stabiliti con apparecchi ad aria calda *Cowper* e *Levéque*, atti a produrre ciascuno da 40 a 50 tonn. di ghisa da getto nelle 24 ore. Gli altriⁱ

sono muniti ancora di apparecchi ad aria calda in ghisa del tipo Calder e sono di minor produzione.

I minerali che si fondono provengono dalle vicine miniere di *Veyras*, a poca distanza da Privas (Ardèche); altri dall'Algeria (Mokta) e da Filloles (Pirenei orientali). Questi ultimi, come si sa, danno ghise di qualità sceltissima, quelli di *Veyras* sono ematiti brune fosforose al 40 a 45 0/0.

Come osservavasi dai campioni esposti, ottengono in quegli alti forni varie qualità di ghise per getti e per affinazione, delle leghe al manganese, del ferro silico, ecc.

Acciaierie di Saint-Etienne, della Società Biètrix e C. —

Altro grande stabilimento che presentava una distinta Esposizione era quello delle Chalèassière a S. Etienne, della rinomata Ditta Biètrix. Esso esponeva dei grossi pezzi di acciaio colato di una omogeneità rimarchevole; dei tubi di acciaio fucinati, di cui uno del peso di 2445 kg.; lamiere di acciaio al cromo per corazzature e per difese militari; materiale di artiglieria e di marina (cannoni di piccolo calibro e cerchiature di cannoni di tutte dimensioni, proiettili di acciaio al cromo, piattaforme per torri corazzate, ecc.); materiale mobile da ferrovia e pezzi laminati e di getto in acciaio per costruzioni meccaniche.

Anche in questo stabilimento si dovette abbandonare la fabbricazione dei ferri comuni pel commercio, per dedicarsi esclusivamente alla produzione di qualità superiori. Ivi si producono ora essenzialmente acciai Martin e acciai al crogiolo, che vengono laminati e fucinati in buona parte, per gli arsenali militari.

L'officina di *Terrenoire*, ben nota per gli studi ivi compiutisi specialmente nella produzione degli acciai, e per i progressi ivi ottenuti in vari rami della siderurgia non figurava fra gli espositori della Loire in modo corrispondente alla sua importanza e non esponeva cose meritevoli di rimarco.

Le altre officine esponenti della Loire di distinta importanza erano officine di lavorazione del ferro ed acciaio e non presentavano che prodotti di fucinazione. Fra queste specialmente

distinguevansi quelle del signor *Arbel*, del sig. *Brunon*, del sig. *Deflascieuz*, consistenti in ruote per vagoni, per carri e vetture fucinate alla matrice con pressioni idrauliche e col maglio a vapore.

Officine della regione del Gard. — La regione del *Gard*, come è noto, è una delle più importanti della Francia per produzioni minerarie e metallurgiche e distinguesi per la varietà delle sue miniere delle sue officine metallurgiche e per svariate altre industrie.

Il bacino carbonifero di Alais ivi compreso è, per importanza produttiva, non molto inferiore a quella della Loire.

Le miniere di ferro attualmente coltivate danno circa una produzione di 80 mila tonnellate annue, in parte ematiti, in parte idrossidi al 45 a 50 p. 0:0 e piccole quantità di carbonati litoidi.

Oltre a questi minerali vengono fusi nel Gard, minerali dei Pirinei, di Bilbao, di Algeria e dell'Elba.

Le principali officine siderurgiche di questa regione sono quelle di Bessèges, di Tamaris e di Beaucaire; quest'ultima con recenti impianti. La produzione loro complessiva è di circa 150 mila tonn. di ghisa, e per oltre 100 mila tonn. di ferri mercantili, profilati e grosse rotaie per ferrovie. Vi si producono però anche ferri ed acciai di qualità superiore, analoghi a quelli della Loire e Saone-Loire con minerali esteri.

I detti tre stabilimenti metallurgici erano rappresentati all'Esposizione in modo certo non corrispondente alla loro importanza; anzi soltanto i due di Tamaris, della Compagnia *des Forges de Alais*, e di Sant Montant (Bancaire) della Compagnia Chatillon Commentry, erano rappresentati con prodotti e con qualche dato tecnico; l'altro di Bessèges appartenente alla Compagnia di *Terrenoire* non figurava all'Esposizione nella classe 41 di prodotti metallurgici.

Officina di Tamaris. — Di questa officina era esposta una collezione completa di prodotti e di materie prime, consistenti in minerali di ferro, ghise di diverse qualità, spiegel, leghe

all'85 0₁0 di manganese, ghise al siliciuro, ghise all'alluminio; ferri dolci in barre, acciai Martin in barre ed a profili diversi.

L'officina è costituita come segue:

1° Alti forni in numero di 6 di cui 5 in attività, con annessi di 4 macchine soffianti, della forza complessiva di circa 800 cav.

2° Fucina di pudellatura di laminatura e di finitura dei ferri ed acciai, costituita di 26 forni di pudellatura semplici e 16 forni di riscaldamento, con tre treni di pudellatura, magli e quattro altri treni di laminazione. Tutte riunite le macchine motrici degli apparecchi di questa officina, rappresentano una forza di circa 700 cavalli.

3° Acciaieria Martin, costituita di due forni Martin-Siemens della capacità ciascuno di 8 tonn. circa.

4° Fonderia ed opificio per costruzioni meccaniche.

La produzione dei ferri e acciai tradotti in barre profilate, rotaie, ecc. ammonta a circa 24 mila tonnellate annue, di cui 9000 di acciai Martin per rotaie ed altro materiale ferroviario e 500 e più tonnellate in travi a doppio T di ferro dolce.

I forni di pudellatura sono di grandi dimensioni e della carica da 400 a 500 kg. per operazione e con disopra le caldaie orizzontali.

Officine di Saint Montant (presso Baurnaire). — I prodotti di questa officina consistono in ghise ed acciai Bessemer e pochi acciai Martin, tradotti i primi in rotaie per ferrovie, in barre profilate ed in pezzi di getto. Fra le ghise di affinazione e da getto di diversi tipi, ammiravasi una ricca collezione di ghise ad alti tenori di cromo, di leghe all'80 0₁0 manganese, e dei siliciuri al 10 0₁0 di Si. per la fabbricazione di acciai.

Le ghise per Bessemer contengono in media 1,75 a 2,25 di silicio e 3,50 a 4 0₁0 di Mn. Il manganese è ottenuto quasi tutto dalle scorie del Bessemer che si ripassano all'alto forno.

La maggior parte dei minerali sono di provenienza algerina e spagnuola.

L'officina Saint Montant essendo di recente installazione, offre un modello interessante per le disposizioni degli apparecchi e del fabbricato. Cito qui alcune note in proposito.

Gli alti forni sono tre, di cui due del volume di 250 mc. e di 20 m. di altezza, e l'altro di 250 mc. con 17,50 di altezza.

Gli apparecchi ad aria calda sono tutti *Whitwell* e di questi ve ne sono quattro per alto forno.

Tutti e tre gli alti forni sono a petto aperto con avancrogiolo, con una timpa a circolazione di acqua.

Gli apparecchi di carica sono semplici *cup and cone*, manovrati con varricello a mano.

Dei montacariche due sono pneumatici e costituiti da due colonne in ciascuna delle quali muovesi uno stantuffo a cui stanno uniti i capi di due funi metalliche che dopo essersi accavallate alle pulegge di un castello, si congiungono colle altre estremità alla piattaforma che deve salire e scendere. La motrice, secondo che aspira e comprime l'aria da una parte e dall'altra dello stantuffo nella colonna, fa salire o scendere la piattaforma. L'altro montacariche è a bilancia di acqua.

Le macchine soffianti sono 3 di cui 2 del tipo del *Creusot*, l'altra a due cilindri verticali del tipo *Seraing*. La pressione del vento alle macchine è di circa 20 cent. di Hg.

L'officina *Bessemer* è costituita di una fossa con due convertitori della carica di 7 ad 8 tonn. La ghisa viene portata direttamente dall'alto forno mediante caldaia di colata, e con elevatore idraulico si porta a versarsi nei convertitori.

Il numero delle operazioni che si possono fare in un convertitore, senza che esso richieda riparazioni, è di 30 a 32. Le operazioni si finiscono per lo più senza fare nessuna aggiunta finale di *spiegel* o di lega, e ciò anche per acciai dolci. Si deve giustificare questo modo di procedere dalla ricchezza di Mn. della ghisa, come si è detto, e dalla uniformità di composizione loro.

La macchina soffiante è a due cilindri *compound*, col cilindro a vento di metri 1,20 di diametro e 1,50 di corsa. L'accumulatore per vari servizi di manovra funziona a 20 atmosfere. Le caldaie a vapore per le soffierie sono tutte riscaldate coi gaz degli alti forni, senz'alcun consumo di altro combustibile, salvo casi straordinari per i quali disponesi di alcune caldaie suppletive a gasogeno soffiato.

I forni Martin sono due e della capacità ciascuno di 15 tonnellate.

La laminazione dei lingotti si fa in due volte con un riscaldamento intermedio. I forni di riscaldamento sono del tipo *Siemens* ed in numero di 3, tutti di grandi dimensioni. Una batteria di 24 gasogeni serve questi forni e quelli Martin; tutti sono alimentati con lignite.

I treni laminatoi per rotaie sono due; ciascuno di essi è attivato da apposito motore a vapore senza volante, cioè ad inversione di marcia e così è pure il grosso treno sbizzatore per lingotti. Ciascuna poi di queste motrici è munita di una pompa speciale indipendente per la condensazione.

Tutte le caldaie a vapore, attivate per le macchine della fucina e per la laminazione, sono riscaldate a mezzo di gasogeni soffiati.

L'altro grande stabilimento del *Gard* come fu detto, è quello di Bessèges, dove pure sono attivati alti forni alimentati da minerali esteri e in parte della regione, e dove pure hanno luogo le fabbricazioni degli acciai Bessemer e Martin, che traduconsi, specialmente in rotaie per ferrovie. Ivi ha pur luogo la pudellatura per ferri mercantili in barre e profilati; e ciò per una complessiva produzione superiore a quella dei due precedenti stabilimenti. Non si poterono avere dati speciali su questa primaria officina del *Gard*.

Per completare le citazioni sui grandi stabilimenti siderurgici della lunga zona del Rodano, e adiacenze sarebbe qui luogo di citare il più grande stabilimento siderurgico francese, il *Creusot*. Questo stabilimento avrebbe di certo dato soggetto ad osservazioni molto istruttive, atteso che oltre al trovarsi in esso applicate le lavorazioni di tutti i rami della siderurgia, ognuno di essi vi raggiunge tutte le perfezioni moderne dell'arte, come è ben noto. Il *Creusot* specialmente ora colle nuove acciaierie ove applicansi i processi basico ed acido, ai convertitori e al riverbero; per le sue splendide installazioni di grande fucinazione, di finitura di ferri ed acciai di ogni qua-

lità; per le sue costruzioni meccaniche, di materiale da guerra, di materiale ferroviario e ponti metallici, ecc., avrebbe fornito elementi di studi non pochi pel visitatore dell'Esposizione ed ammaestramenti dei più importanti; ma esso stabilimento non era punto rappresentato nella Sezione della Industria metallurgica.

Regioni siderurgiche di secondaria importanza. — Lungo la zona del Rodano considerata ed attigua ad essa, sono distribuite parecchie altre officine, gran parte delle quali erano rappresentate all'Esposizione, e tutte caratterizzate dalla specialità di prodotti di distinto pregio.

Esse officine forniscono ammaestramenti pel nostro Paese, forse più che non i grandi stabilimenti stati citati, attese le condizioni loro speciali di materie prime (minerali e combustibili) a prezzi relativamente elevati, e per l'indirizzo intrapreso nelle loro lavorazioni in seguito ai recenti progressi della siderurgia.

Seguendo da sud a nord l'estesa zona di territorio francese qui considerata si presenta innanzi tutto l'officina ad alti forni di *S. Louis* presso Marsiglia, ove fondonsi minerali esteri con combustibili provenienti dalla linea del Rodano.

Essa era rappresentata all'Esposizione con una bella collezione dei suoi prodotti di ghise, i quali conservano tuttora rinomanza per le qualità mangesifere. È questa pur sempre un'officina modello per disposizioni d'impianto e per indirizzo delle lavorazioni.

Altra officina modello è quella di Adour già stata citata; situata nei Pirenei orientali, appartenente alla Società di Saint-Chamond, ove fondonsi minerali della regione e minerali esteri.

Nei Dipartimenti del *Tarn* e dell'*Aveyron* le officine della Società *Saut du Tarn* e le officine della Società *des forges d'Aubin* erano ben rappresentate. Sono tutte quelle officine alimentate da minerali locali e da combustibile del bacino di Aubin e del Gard.

I minerali si escavano nell'*Aveyron* e vengono fusi a Aubin

e a Decareville. Sono minerali in grani, ed ematiti rosse e brune.

Nella regione dell'*Ardèche* fu già citata l'officina di Pouzin della Società dell'Horme. Le altre quivi esistenti non figuravano all'Esposizione. Anche qui i minerali che si fondono sono in parte di provenienza locale, in parte esteri.

Più a Nord sonvi gli alti forni di Chasse e di Givors; dipendenti dallo stabilimento di S. Chamond, ma neppur questi figuravano in modo distinto all'Esposizione.

Della regione dell'Isère erano rappresentate con completa collezione di prodotti, e con pregevoli indicazioni l'officina di *Allevard*; vi è alcune piccole officine dove sonvi esempi tuttora di produzioni di ghise e di affinazioni al carbone di legna.

I pregevoli minerali carbonati che si fondono in queste officine derivati dalle vicinanze, come è noto, permettono di ottenere acciai speciali di qualità sceltissime, i quali, malgrado il prezzo loro elevato, hanno sempre un esito nel commercio.

Non era punto rappresentata l'officina di *Vienne* che pure ha un'importanza non secondaria pei ferri di pudellatura.

Finalmente per ultimo un'altra regione, che ebbe grande rinomanza pel passato, per le pregevolissime qualità di ferri è la Franca Contea, le cui officine erano rappresentate con piccole collezioni collettive. Merita di esser citata fra queste l'officina di *Audincourt*, tuttora di distinta rinomanza per le pregevoli qualità dei suoi ferri dolci ottenuti cogli antichi processi.

Officina di Aubin. — Di questa officina erano esposti diversi campioni di minerali idrossidi, alluminosi, e fosforosi; minerali che ricavansi dalle miniere locali pel quantitativo annuo di circa 30 mila tonnellate. Presentavansi pure diversi campioni di ghisa di affinazione e di getto, barre profilate di acciaio e delle rotaie, alcune lamiere di acciaio deforforato, ferri a T, piccoli ferri per ribaditure, bulonerie, molle per vagoni, acciai fusi al crogiolo per utensili, per lime, fioretti da mina, ecc.

Nella esposizione di Aubin figurava pure una collezione di minerali di piombo e blenda derivati dai filoni che la stessa società di Aubin, coltiva nell'Aveyron (Balma); ma nè di queste lavorazioni minerarie nè delle fucine non si poterono avere indicazioni, salvo alcune cifre di produzione.

Da queste risultava che la Società d'Aubin produce 4000 tonnellate di piombo argentifero e 1000 tonnellate di blenda arricchita colla preparazione meccanica; 400 mila tonnellate annue di carbone; ma le sue produzioni le ritrae dalle officine siderurgiche (Aciéries de France) consistenti in 150 mila tonnellate di ghisa; 50 mila di ferro di pudellatura e 180 mila di acciaio (non compresa la produzione d'Isbergues).

A Aubin esistono alti forni costruiti su modelli i più recenti, su colonne sopportanti il tino e questo formato dalla sola camera refrattaria cinta di lamiera, colla piattaforma a livello della bocca sostenuta da colonne o tubi serventi pure di condotti dei gaz, circa come nel tipo *Butgenbach*. Sono a petto chiuso, ma con una specialità: all'altezza della colata delle loppe vi sta una fessura orizzontale, tenuta chiusa con brasca e permettente di far esplorazioni nell'interno della presura e del crogiolo. Sono muniti di apparecchi Langen o di *Cup and cône*, con presa centrale di gaz. Il vento è riscaldato con apparecchi in ghisa del tipo *Calder* (disposizione Thomas-Laurant oppure Minard o con disposizioni miste). La temperatura del vento non oltrepassa i 450°.

Gli alti forni non sono di grandi dimensioni, la loro altezza è di circa 14 metri ed il diametro al ventre 4,60 con un volume medio di 150 m. c.

Si fondono oltre ai minerali dell'Aveyron, altri minerali di regioni vicine (Perigord) nonchè minerali algerini e spagnuoli. Il rapporto del quantitativo di minerali oolitici della regione a quelli esteri che fondonsi a Aubin è circa di 3 a 1. I minerali oolitici vengono torrefatti in grandiosi forni a tino a gaz di gasogeno.

L'acciaio pare che venga fabbricato esclusivamente col processo Martin ordinario. Le ghise fosforose verrebbero tutte affinate colla pudellatura.

Officine della Società des hautes fourneaux, forges et aciéries du Saut du Tarn. — Questa società era espositrice di acciai finissimi al crogiolo, acciai di cementazione acciai naturali ed acciai misti (ferro e acciaio fuso).

Le officine di detta società hanno acquistato una rinomanza nella fabbricazione degli acciai finissimi.

Dalla dettagliata classificazione esposta, si può formarsi un concetto della specialità di quella lavorazione. Gli svariati tipi e qualità di acciai che ivi produconsi sono distinti in 7 grandi classi, ciascuna delle quali si suddivide in parecchie marche di fabbrica corrispondenti a proprietà distinte di metallo, ciò che dinota con quanta accuratezza si procede qui nelle fabbricazioni. Ecco qui un sunto di tale classificazione:

1° Acciai al crogiolo di qualità *extra-supérieure*, distinto in cinque marche o tipi, dei quali il più duro è assegnato per utensili ad intaccare metalli senza urto; si fucina al rosso ciliegia e tempra al rosso scuro; il meno duro dell'ultimo grado della serie è destinato per grossi utensili da tornio, cesoie, filiere, ecc.

2° Acciaio fuso al crogiolo, qualità superiore. Questa seconda categoria è ancor suddivisa in 7 marche diverse, destinate per lime a sega, lime diverse, utensili da tornio e diversi, per intaglio di metalli, per burini, martelli, scalpelli, utensili da taglio, fioretti, molle, coltellerie, utensili a legno, e finalmente le ultime marche per sale, zappe, pezzi di matrice per fucine, ecc.

Per le prime marche (di maggior durezza) il metallo richiede la fucinazione al rosso ciliegia e la tempra al rosso scuro, ed è destinato per lime a sega e lime diverse. L'ultima marca (meno carburata), serve per pale, picchi, pezzi per motrici di fucina, ecc. È un acciaio che va fucinato al rosso chiaro e temprato al rosso e salda facilmente.

3° Acciai di cementazione distinti in due qualità *semi-duro* e *duro*, destinati per acciaiare, utensili, per pezzi che devono presentare elasticità, per fioretti da intagliar rocce durissime, ecc., si fucinano al rosso vivo e temprano al rosso ciliegia.

4° Acciai di cementazione raffinati al maglio, saldabili, distinti in 4 marche: per acciaiare utensili diversi, per molle e pezzi di elasticità alla flessione. Temprano al rosso ciliegia e vanno fucinati al rosso chiaro.

5° Acciai fini e raffinati naturali, distinti in 3 marche, mollo saldabili e destinati per acciaiare utensili a legno per picchi e per pezzi elastici.

6° Acciai naturali ottenuti al basso fuoco e colla pudelatura, molto saldabili distinti in 3 marche, servono per oggetti di agricoltura (aratri), per fioretti da minatore comuni, per molle, ecc.

7° Acciai misti (ferro e acciaio) per filiere, grosse lime, buloni, incudini, mazze, e in generale, per tutti i pezzi grossi che devono venire induriti alla superficie senza fondersi momentaneamente.

Officina di Allevard. — È questa un'officina le cui condizioni presentano molta analogia con quelle delle nostre officine di Lombardia per l'uguaglianza dei minerali, per il combustibile a prezzo relativamente alto e per forza motrice idraulica disponibile.

Le specialità di produzioni a cui si è data questa officina sono gli acciai di scelta qualità, fra i quali notansi quelli di proprietà coercitive magnetiche distinte per la fabbricazione delle macchine dinamo elettriche.

Si fondono ad Allevard i minerali spatici in alto forno a coke di recente modello, il quale è atto a produrre 70 a 80 tonnellate di ghise al giorno. I minerali vengono torrefatti coi gaz dell'alto forno, in un forno annullare Hoffman. L'aria soffiata viene riscaldata in apparecchi *Witwell*.

L'alto forno è a petto chiuso con ugello Lürmann; viene caricato con l'apparecchio *cup and cône* ed è costruito secondo le moderne disposizioni, sia pel raffreddamento della presura con circolazione esterna di acqua, sia per lo spessore assai ridotto, delle pareti del tino.

La macchina soffiante è attivata da un motore idraulico; i due montacariche in servizio del forno sono a bilancia d'acqua;

uno con le disposizioni ordinarie in castello verticale, l'altro a piano inclinato.

I gaz uscenti dalla bocca del forno, sono dilavati con getto d'acqua ad imitazione del sistema *Langlade*.

Si producono qui diverse qualità di ghise cogli stessi minerali variando opportunamente i letti di fusione e l'andamenti di forno.

La traduzione delle ghise in acciai vien fatta col processo *Martin*, e qui havvi a notare l'applicazione parziale dell'*Ore-process*, cioè le introduzioni nel bagno di ghisa di minerali spatici, oltre alle barre di ferro pudellato ottenute nell'officina o di rottami di ferro.

In quest'officina tutti i forni sono a gas ed è utilizzata la forza idraulica, per attivare tutti gli apparecchi meccanici. Pei laminatoi mediante turbine applicate direttamente a ciascun treno ed ai magli e cesoie, ecc., mediante l'aria compressa.

Si producono in quest'officina, ferri di pudellatura di qualità superiori, oltre all'acciaio che è il prodotto principale. Gran parte degli acciai vengono laminati per la fabbricazione delle molle per vagoni di ferrovia e altro piccolo materiale ferroviario; si eseguiscano pure dei getti in acciaio ma in piccole quantità, nonchè vari pezzi di fucinazione.

Officina di Bonpertuis. — Quest'officina affina ghise ottenute al carbone di legna, e derivanti da un piccolo alto forno situato a *Brignoud* (Isère), ove fondonsi minerali spatici analoghi a quelli di *Allevard*.

Si affinano queste ghise in 4 forni di pudellatura per ottenere acciai; si produce pure dell'acciaio di cementazione e dell'acciaio al *crogiolo*. Per questi ultimi sono attivati 18 piccoli forni a vento. I prodotti sono tradotti in barre al laminatoio oppure al maglio, per uso di coltelleria, per lime, per utensili da tornio, per ponzoni, per scalpelli e burini, martelli, barre da mina, per utensili agricoli, di terrazziere, ecc.

I prodotti svariati di questa piccola officina erano tutti di qualità pregevoli e di una finitezza distinta.

Officine della Franca Contea. — Le officine di questa regione provviste eccellenti minerali pisolitici della località, producono scelte qualità di ghise in parte ancora al carbone di legna, e dalle quali si ricavano colla pudellatura, dei ferri dolci, assai reputati. Pare però che questi ferri non riescano molto bene a dare acciai di cementazione, così nè questa fabbricazione, nè quella degli acciai al crogiolo, non hanno potuto aver molto sviluppo in questa regione.

L'industria del ferro quivi non dà ora che piccole produzioni di ferri affinati al carbon di legna o di pudellatura ma tutte di distinto pregio.

Si osservavano pure con interesse le collezioni di ferri pudellati in piccole barre, chiodi e piccoli ferri di fucinazione delle officine *Audincourt* e della Compagnia *des Forges de la Franche Comté*.

Le ghise grigie e scure a grani brillanti e grafitiche di Audincourt, sono assai pregiate per getti di grande resistenza all'urto e per la durezza che esse acquistano fuse in cochiglia. Sono molto impiegate per la fabbricazione di cilindri laminatoi a lamiere. Sono assai rimarchevoli le lamiere sottili di queste officine. I saggi di incurvatura a stampo fatti al pressoio idraulico, dimostrano in esse una plasticità e dolcezza straordinarie.

Le qualità al carbone di legno presentano una resistenza alla trazione di oltre 40 kg. per millimetro quadrato ed un allungamento del 30 0/0.

Si fabbricano pure in queste officine latte, lamiere piombate, lamiere annerite e lucide.

4° Gruppo. — Officine del centro della Francia (Allier).

Si presentano nell'*Allier* stabilimenti siderurgici di primaria importanza, assai bene rappresentati dalle esposizioni della Compagnia *Chatillon-Commentry* e da quella di *Commentry-Fourchambault*, entrambe comprendenti diverse officine fra loro sussidiarie. Fra queste però la più ragguardevole, e che va

annoverata fra le primarie di Francia è quella di *Montlucon* che era altresì delle meglio rappresentate.

Le condizioni caratteristiche di questo gruppo di officine consistono nel trovarsi su di un ricco bacino carbonifero, e di poter disporre di minerali della località e dei dipartimenti vicini (del Berry, della Costa d'oro, del Cher e dell'Indre) di buona qualità. Ben pochi sono i minerali di lontana provenienza che giungono in questa regione. Vi si introducono però delle ghise provenienti dal Gard e dalla Mosella, dove la Società di Chatillon-Commentry possiede degli alti forni. Ne risulta che qui le specialità delle fabbricazioni sono in preponderanza di distinti pregi e di grande varietà; non vi si fabbricano le grosse rotaie da ferrovia nè in gran copia i ferri ordinarî pel commercio.

Officina di Montlucon ed altre della Comp. Chatillon et Commentry. — L'officina di Montlucon S. Jaques è la più importante dell'Allier e appartiene alla Compagnia Chatillon-Commentry, la quale possiede inoltre un'officina a Saint Montant, una officina a Commentry (Allier), altre a Tronçais, a Morat pure nell'Allier, alti forni a Villerupt (Mosella) ed altre minori officine sparse in diversi punti. Possiede inoltre delle miniere di ferro nel Cher, nell'Indre, nella Mosella e in Alsazia Lorena, ed anche diverse miniere di carbone.

La lavorazione in queste varie officine sono specializzate e si coordinano sotto ad una sola Direzione tecnica accentrata a Montlucon. La produzione di questo complesso di officine è assai vario ed è il risultato dell'applicazione di tutti i rami della lavorazione siderurgica, a partire dal trattamento dei minerali.

Le collezioni della Compagnia Chatillon-Commentry erano delle più complete e delle più vaste, ed esse si estendevano non solo ad un gran compartimento nel Palazzo Industrie classe 41, ma altresì alle classi 48, 66, 61 nella galleria delle macchine, del Ministero della Guerra e delle Ferrovie.

Le principali produzioni che figuravano alla Esposizione riguardavano il materiale da guerra: proiettili, pezzi di artiglieria e corazze delle più grandi dimensioni ecc. Specialità queste dell'officina di Montlucon:

Le produzioni di scelta qualità pel commercio consistono qui in acciai al crogiolo, getti di acciaio diversi, cerchioni, sale di ruote per ferrovie, fili di ferro e di acciaio, funi tonde e piatte, ecc.

I prodotti ordinari consistono in ferri in barre di tutte dimensioni, ferri profilati di ogni forma e dimensione, lamiere ordinarie, galvanizzate e nere, latta, ecc., più le ghise da getto e da affinazione.

Quanto era esposto di materiale da guerra nella classe 61 dava una prova della primaria importanza dell'officina in questo genere di fabbricazione e della potenza dei mezzi che essa dispone. Innanzi tutto figuravano le corazze per navi. La più grossa era in metallo *misto* (ferro rivestito di acciaio) del peso di 32190 kg. e spessore di 40 cent.; altra in ferro saldato di 50 cent. di spessore; altre in acciaio extra-dolce (detto metallo Saint Jaques) di minori dimensioni e che avevano già subito le prove dell'artiglieria. Diverse altre corazze esposte di acciaio extra-dolce, di ferro e di metallo misto, di non grande spessore, avevano pure subito il tiro dell'artiglieria e permettevano perciò di constatare le loro distinte qualità.

Esponendosi tubi e cerchiature di cannoni di ogni calibro; proiettili in acciaio fucinato di getto e di ghisa indurita. Una serie di sezioni di questi proiettili forniva elementi di studio sulla struttura del metallo. Attirava l'attenzione come novità l'applicazione dell'acciaio in getti per affusti d'artiglieria. L'acciaio per corazze detto Saint Jaques, che è una specialità di Montlucon, presenta una resistenza alla perforazione di 1.19 quella del ferro e giunge fino a 1.35 per le qualità più dure. Impiegasi solo finora pel caso di spessori limitati a 80 mm. circa per fortificazioni terrestri e per parti speciali di navi.

Il laminatoio a corazze di Montlucon è dei più potenti. Ognuno dei suoi cilindri pesa 30 tonn. ed ha 4 m. di lunghezza — presenta la particolarità che lo scarto dei cilindri può portarsi fino a m. 1.80 senza che le allunghe di trasmissione deviano dall'orizzontalità. La gabbia dei pignoni in cui si realizza questa disposizione velevasi esposta nella classe 41. Essa presentavasi come un saggio di getto in acciaio e componevasi di due pezzi massicci che pesano più di 20 tonn.

Altra specialità di Montlucon per la fabbricazione di grossi pezzi è la tempra in bagno di piombo invece che di olio. Assicurasi che nel metallo così temprato riescono più facilmente regolari e uniformi le tensioni molecolari interne.

Un nuovo mezzo di fucinazione viene ora stabilito in questa officina e sarà un grande pressoio idraulico della forza di 4000 tonn., che intendesi impiegare in luogo del maglio nella fucinazione dei grossi pezzi di artiglieria.

I getti in acciaio si fabbricano anche qui su vasta scala. Delle varietà d'applicazioni di questo nuovo prodotto ne dava saggio interessante questa esposizione con un'infinità di oggetti minuti e qualcuno altresì di grosso spessore e di grande peso, come i pezzi già stati citati sopra. Un saggio della perfezione a cui si è giunti in questa specialità a Montlucon erano i tubi di getto esposti lunghi m. 4, del diametro di 30 cent. e di 20 a 25 cm. di spessore.

Le prove di trazione eseguite su di questi getti danno in modo corrente i seguenti risultati: Resistenza: 50 a 55 kg. per mm.q. con allungamenti: di 10 a 15 0/0.

La fabbricazione degli acciai al crogiolo non è da molto che venne stabilita a Montlucon. Si fabbricano di questi acciai per tutti gli usi richiesti dal commercio, ed essi sono classificati con una cura minuziosa e formano qui oggetto di studi speciali e di lavori accuratissimi. Si distinguono gli acciai per utensili, per obus di rottura e per la fabbricazione dei fili. Anche quest'ultima fabbricazione ora è fatta nelle officine della Compagnia e specialmente a Tronçais ed a Morat (Allier).

Come esempio della minuta classificazione che qui si fa per gli acciai varrà la seguente per una sol qualità, quella cioè degli acciai da utensili:

Acciaio al cromo (due qualità) secondo gli usi.

- | | | | | |
|--|---|---------|-----|-----|
| » extra superiore | } | 4 qual. | id. | id. |
| » superiore . . . | | | | |
| » fino 1 ^a qualità | } | 4 qual. | id. | id. |
| » fino | | | | |
| » <i>corroyé</i> o raffinato a pacchetto | | | | |
| » cementato | | | | |
| » ordinario. | | | | |

Esponesasi la serie completa delle spezzature di tutte le categorie di detti prodotti ed inoltre due altre serie di acciai laminati e fucinati al maglio in barre di diverse sezioni.

Di fili e funi delle diverse qualità che fabbricansi nell'officina di Troncais, eranvene nelle classi 41 e 48 una collezione completa.

Era rimarchevole la pieghevolezza di alcune funi costruite con fili finissimi (di 3|10 di m. m.). Una di queste funi del diametro di 40 mm. non comprendeva meno di 240 fili e si dimostrava di una pieghevolezza straordinaria. Di funi tonde e piatte per servizi di marina e di miniere ve ne erano saggi di costruzione perfettissima.

Onde soddisfare alle varietà delle applicazioni possibili di fili e funi metalliche, le officine di Toncais e di Morat, fabbricano ora cinque categorie di fili graduate nei limiti da 60 fino a 220 kg. di resistenza per mm.q., con un grado speciale di pieghevolezza per ogni classe.

Una specialità di questo ramo di industria è la fabbricazione dei fili per corde di piano forte e di fili a grau resistenza per speciali usi (per reti di para torpedini ecc.).

Il metallo da tradursi in fili è acciaio, che secondo la categoria di filo da ottenersi, derivasi non soltanto dal crogiolo, ma anche da altri processi che sono applicati nelle officine della Compagnia, cioè dal Bessemer, dal Martin, col processo basico, colla pudellatura, colla cementazione.

Finalmente una novità assai rimarcata di questa Esposizione era un *cannocchiale pirometrico* dei signori Mesure e Nouel già in uso da qualche anno a Montlucon, e che pare destinato a prestare grandi servigi in tutte le industrie basate sull'impiego del calore.

È un piccolo strumento col quale si misura rapidamente la temperatura dei corpi incandescenti. Esso è fondato sull'applicazione del fenomeno di polarizzazione rotatoria dei raggi luminosi. È un piccolo cannocchiale con entro due prismi: uno detto *polarizzatore* dal lato dell'obbiettivo, l'altro detto *analizza'ore*, dal lato dell'oculare. Le sezioni principali di questi due prismi formano un angolo di 90°, e fra loro sta interposta una

lamina di quarzo amovibile con rotazione graduata. Questa lastra di quarzo ha per ufficio d'impedire che il raggio luminoso uscente polarizzato dal primo prisma si spenga nell'attraversare il secondo prisma. Girando quella lastrina si fa muovere il piano di polarizzazione, per modo che esso diventa obliquo sulla sezione principale del prisma oculare ed allora il raggio luminoso vi esce con un colore variabile a seconda della deviazione fatta subire ad esso raggio colla rotazione e secondo il calore del corpo incandescente che lo ha emesso. Fissando un colore stabilito da una scala pirometrica, questo lo si ottiene nel cannocchiale visando il corpo incandescente, girando più o meno il disco di quarzo secondo la temperatura del corpo. Questa rotazione viene a segnarsi su di una scala graduata.

Ottenuto nel cannocchiale il colore fissato guardando il corpo incandescente, col numero dei gradi segnato sul cerchio graduato del cannocchiale si viene a leggere il numero dei gradi di temperatura del corpo stesso.

Si assicurava essere di un'esattezza grandissima questo modo di misurare le temperature elevate ed è certo di una semplicità ammirabile. Esso parrebbe perciò destinato a prestare grandi servizi per dirigere operazioni metallurgiche, nelle quali le reazioni a compiersi di riduzione ed altro, dipendono in sommo grado dalle temperature, non misurabili mai queste finora con esattezza e prontezza cogli ordinari mezzi pirometrici che si conoscono.

Officine della Società Commentry-Forchambault. — Le officine di questa Società sono a *Montlucon*, a *Forchambault*, a *Imphy* e presso *Nevers* (La Pique). Di tutte queste officine eranvi prodotti all'Esposizione nella classe 41.

A *Montlucon* l'officina comprende 6 alti forni atti a produrre 50.000 tonn. ghisa all'anno. La più gran parte di questa è impiegata nel far getti in prima fusione, ed il resto viene spedita alle altre tre officine per affinarsi o per getti, o venduta.

I minerali che si fondano in questi alti forni provengono tutti dal Cher per mezzo di canale, e sono tutti minerali in grani. Il coke proviene dalle miniere di Commentry.

A *Forchambault* (Nievre) è stabilita la fabbricazione dei ferri colla pudellatura delle ghise di Montlucon, che si laminano in barre mercantili. Vi è stabilita altresì la fabbricazione dell'acciaio Martin col processo ordinario e col processo basico. Si producono con quest'ultimo, specialmente gli acciai extra dolci o ferri omogenei. Un ramo importante della fabbricazione di questa officina è quello della *trefler'a*; ivi si possono produrre fino a 3500 tonn. di fili di varie qualità. Vi si fabbricano pure pezzi di fucinazione importanti. Si fanno getti di ghisa e si ha annesso a dette fabbricazioni un impianto per costruzioni meccaniche.

La produzione complessiva di questo stabilimento può ammontare circa a 20 mila tonn. all'anno

Nella produzione dell'acciaio Martin è notevole la applicazione, a tutti i forni della *suala neutra* secondo il sistema Walton. Da questa innovazione si asserisce essersi ottenuto un miglioramento nella qualità dell'acciaio ed una sicurezza e facilità nella condotta delle operazioni assai apprezzabile. Notasi che quelle ghise che si affinano sono tutte più o meno forforose.

Ad *Imphy* non si elaborano che materie di sceltissima qualità, per la produzione dell'acciaio col processo Martin-Siemens, dell'acciaio al crogiolo e dell'acciaio di pudellatura. Ivi pure si traducono questi acciai in barre laminate o in pezzi fucinati al maglio, in lamiere sottili, medie e grosse, buona parte delle quali servono per la fabbricazione nell'officina istessa di pale, casse da vagonetti, foderi da sciabola ed oggetti diversi. Altra specialità di primaria importanza per l'officina è la fabbricazione delle molle, oltre a pezzi di fucinazione diversi e di getti in stampo. Vi sono circa 1000 operai impiegati.

BELGIO.

L'Esposizione siderurgica del Belgio non era di certo corrispondente all'importanza grandissima che ha l'industria del ferro in quello Stato, come risulta dai semplici dati statistici seguenti:

Nel 1887 la produzione siderurgica belga fu :

Ghise	tonn.	755781
Ferro	»	534056
Acciai	»	191445

rappresentante un valore complessivo di 120 milioni di franchi, cioè più del terzo dell'intera produzione della Francia (310 milioni di lire nel 1886).

Se confrontasi questi dati con quelli degli anni precedenti, osservasi un aumento progressivo specialmente per gli acciai fini, assai rilevante. Ciò è dovuto, in gran parte, all'applicazione della deforforazione col processo Thomas, il quale ha dato luogo nel Belgio a recenti impianti di primaria importanza.

Di tutti questi progressi della siderurgia Belga, assai poco si poteva rilevare all'Esposizione dalle collezioni o campionari esposti dalle diverse officine. A conferma di ciò basterà dire che le due più importanti Società siderurgiche belghe, cioè la Società Cockerill e la Società Macinelle e Couillet, non presentarono che macchine e prodotti dei loro opifici di costruzione, ma quasi nulla della loro industria siderurgica.

Si possono qui citare fra le migliori collezioni di prodotti Belgi, le seguenti:

Società des Forges d'Acoz, produttrice di ghise, ferri e acciai laminati in barre profilate per un quantitativo di 60 mila tonnellate annue.

Forges de la Providence, collezione di sezioni di ferri laminati e di ghise.

Alti forni e laminatoi di *Monceau et Sambu*. — Un campionario di ghise e ferri laminati; produzione di 70 mila tonn. annue di ghise.

Società *Carmen*, produttrice di ghise per 180 mila tonn. annue e di ferri laminati per 60 mila tonn.

Società Metallurgica la *Sperance*.

Officine di *Quebecq*.

Gli Industriali belgi però supplirono molto bene alla deficienza di oggetti esposti con istituire un comitato di informazioni, presso il quale, entro certi limiti, era possibile raccogliere,

qualche dato tecnico riguardante le cose più notevoli delle diverse officine. Si è con la scorta dei dati ivi raccolti specialmente, e dalle esposizioni speciali visibili nella galleria delle macchine, che mi riescì possibile di redigere le seguenti note.

Le produzioni siderurgiche del Belgio, consistono essenzialmente in ghise ordinarie, più o meno fosforate, dalle quali ricavansi ferri comuni per uso del commercio, laminati in barre a profili diversi.

Come si sa, non fu che relativamente tardi che nel Belgio ebbe a svilupparsi la nuova industria degli acciai coi processi Bessemer e Martin. Il motivo di questo ritardo fu la natura dei minerali poveri ed impuri, dai quali non potevansi avere buoni prodotti che colla pudellatura. Questo vecchio processo ha tuttora grande applicazione nel Belgio, come risultava dall'Esposizione. Non è che da pochi anni che le condizioni dell'industria del ferro in questo Stato sonosi migliorate assai, dopo cioè che il processo *Thomas* per la deforforazione fu reso pratico. Coll'introduzione di questo processo anche nel Belgio la fabbricazione dell'acciaio fuso ha preso grande sviluppo. Diggià nel 1885 si produceva acciaio deforforato per una quantità di 150 mila tonn. circa all'anno, e grandiosi impianti erano stabiliti per questa fabbricazione a Seraing, a Angleur, a Ougrée, a Louvière.

I minerali di ferro di maggiore importanza che coltivansi nel Belgio, sono quelli oolitici del Giurese (*Minette*) analoghi a quelli della Mosella in Francia, del tenore del 30 a 35 0/0; minerali oligisti ed amatiti brune del terreno carbonifero in banchi e in ammassi. Oltre a questi minerali coltivansi delle limoniti terziarie in parecchie località. Ma non bastano i minerali indigeni ad alimentare gli alti forni, ripartiti nelle regioni di *Liegi*, di *Charleroi* e di *Namur*; si devono a tal uopo introdurre grandi quantità di minerali esteri; sono quelli oolitici più vicini del *Luxembourg* e della *Mosella* che vengono importati in più larga scala. Altri minerali spagnoli, da non molto tempo formano pure oggetto di rilevanti importazioni.

Le officine siderurgiche belghe, come si sa, sono distribuite in tre centri che sono: quello di *Liegi*, il più importante di tutti, quello di *Charleroi* e quello di *Namur*.

Nelle seguenti note si espongono dati desunti sui più importanti stabilimenti, di quelle tre regioni per quanto specialmente si riferisce alle recenti installazioni o innovazioni atte a rilevare il carattere della rispettiva industria.

Stabilimento John Cockerill. — È questo, come è noto, il più grandioso stabilimento belga, ed è il più completo nel suo genere, dove le industrie della coltivazione e preparazione del carbone, della produzione della ghisa, del ferro e dell'acciaio e delle costruzioni meccaniche hanno il più ampio sviluppo e stanno collegate sussidiandosi a vicenda.

Le sedi di estrazione del carbone, poste in certo modo nel campo istesso dello stabilimento, producono annualmente 350 mila tonn.

I forni a coke alimentano sette alti forni per una produzione di ghise, che ammontò nell'ultimo esercizio a 126 mila tonnellate, e delle quali 100 mila tonn. sono destinate per la fabbricazione dell'acciaio Bessemer. Gli operai addetti a questa grande produzione di ghise e di carbone è di 4000.

Il ferro viene prodotto in 28 a 30 forni di pudellatura dai quali si ha annualmente in media 25 mila tonn. di prodotti finiti, che vengono tradotti in barre semplici e profilate, mediante 14 treni laminatoi di varie dimensioni.

L'acciaieria Bessemer produce per anno da 80 a 100 mila tonn. di lingotti da passarsi ai laminatoi ed occupa 1200 operai; la produzione e laminazione del ferro ne occupa altri 800 circa.

Le officine di costruzione comprendenti anche una grande fonderia di ghisa hanno fornito, come è noto, i tipi più variati di macchine e congegni per tutte le industrie. La rino-manza fattasi per la perfezione dei lavori di queste officine era ben confermata dall'Esposizione attuale, dove, come saggio, esponevasi una grandiosa macchina soffiante verticale, per alto forno ad espansione in due cilindri del tipo ormai classico, detto tipo *Seraing*, di 400 cav. di forza; un grande compressore

del tipo *Dubois-Francois*; un modello dell'ascensore idraulico che fu costruito sul canale del Centro a Louvière (Belgio) atto a sollevare un bacino del peso di 1.100.000 kg. all'altezza di m. 15.20, e ciò in sostituzione della Chiusa a portoni che ivi preesisteva; esponevansi inoltre diverse locomotive viaggiatori nel compartimento ferrovie.

A dimostrare la perfezione e le difficoltà che si fanno superare nella fonderia, si esponeva un getto, assai complicato in un sol pezzo, di una macchina marina a tripla espansione, comprendente i cilindri a vapore, il castello d'intelaiatura, il condensatore, i corpi di pompa ad aria e di circolazione d'acqua del peso di 10.400 chg.

Fra i minerali che si fondono agli alti forni di *Seraing* si comprendono grosse partite di piriti torrefatte, residui delle fabbriche di acido solforico. Si fondono altresì minerali di Bilbao e di Algeria.

Dei sette alti forni attivati, quattro sono di recente costruzione ed essi hanno altezze di m. 18.50 e sono esclusivamente destinati a produrre ghise da Bessemer, producendone circa 320 tonn. al giorno che immediatamente vengono trasformate in acciaio. In questi 4 nuovi alti forni, il vento è fornito da 3 macchine soffianti verticali del tipo *Seraing* e viene riscaldato in 4 apparecchi Withwell-Coooper di m. 12 di alt. e 6.50 di diametro.

La produzione Bessemer raggiunge le 450 tonn. al giorno di lingotti. Tutto questo acciaio viene tradotto in rotaie, cerchioni e sale da ruote per ferrovie.

Esistono due bacini o fosse Bessemer a *Soraing*; quello più antico ha due piccoli convertitori di 6 tonn. ad assi convergenti, con le disposizioni ben note ed imperfette dei primi impianti. Eppertanto da questa fossa non si giunge a produrre più di 120 a 150 tonn. d'acciaio nelle 24 ore.

Il nuovo impianto è assai più perfezionato; esso è pure a due convertitori di 6 tonnellate. Il caratteristico di questo impianto è di presentare in luogo della fossa di colata, un canale anulare per le lingottiere, rendendo così facile l'accesso alla parte inferiore dei convertitori; di aver elevato

gli assi di questi al di sopra della platea dei cubilotti, per modo di potere su di questa fare le operazioni per riparazioni dei fondi alle cornute, e al di sotto della medesima di avere libera un'area di circolazione. A meglio evitare ingombri le dentiere coi cilindri idraulici, per la manovra delle cornute, sono verticali. La ghisa portata entro caldaie dall'alto forno, viene elevata con mezzo idraulico fino al punto da versarsi nel convertitore e nello stesso tempo la carica viene pesata.

I lingotti tosto solidificati, estratti dalle lingottiere, vengono immersi nelle fosse *Giers* le quali pare funzionano assai bene a Seraing. Il treno *bloomiug*, a cui passano i lingotti all'uscire dalle fosse, sono a due cilindri reversibili. Il riscaldamento dei *blooms*, viene fatto in forni *Bicheroux*, il treno finitore, esso pure è reversibile.

La fabbricazione dell'acciaio deformato si fa col processo Martin. L'acciaieria Martin comprende due forni della capacità di carica ciascuno di 8 tonn. Sono essi a suola basica formata di pigiata di dolomite calcinata e si possono nei medesimi compiere 5 operazioni nelle 24 ore.

Gli acciai ottenuti col processo basico sono di qualità dolce e per lo più del tipo dei ferri omogenei; sono impiegati per fabbricazione delle lamiere e di lastre profilate diverse.

Società anonima di Selescin. — La grande officina di Selescin-Telleur non aveva esposto prodotti, nella Sezione 41 ma va qui citata perchè è una delle più importanti del Belgio.

Essa officina è costituita da alti forni a grande produzione con annessa la fabbricazione del coke. Non produce che ferro, di pudellatura, e recentemente fu riordinata per produzioni in ampia scala di ferri profilati, di travi per costruzioni metalliche, di lamiere a larghi piatti e di ferri mercantili ordinari.

Due terzi circa della produzione di ferri laminati vengono esportati dal Regno, ed il resto è assorbito dagli opifici di costruzione della Società.

Le specialità dell'officina sono i ponti metallici, le piattaforme girevoli per ferrovie, gru a vapore ed idrauliche e materiale ferroviario escluse le rotaie.

I minerali che si fondono a Schlescin provengono dal Luxemburgo e dalle miniere Couthin nel Belgio in buona parte. Questi ultimi sono oligisti al 35-40 0/10 e vengono prodotti nella quantità di 30 mila tonn. annue circa. Dei primi se ne fondono circa 50 mila tonn.

Officine di Ougrè. — Benchè neppure queste grandiose officine nella Sezione 41 abbiano esposto, meritano tuttavia di venir citate specialmente per la nuova acciaieria che vi si è aggiunta di recente.

All'officina sta annessa la miniera di carbone con vicine sedi di estrazione. L'officina comprende tre ben distinti impianti: gli alti forni, la fabbrica antica di ferro e la nuova acciaieria Bessemer.

Gli alti forni di Ougrèe vanno distinti per la produzione di ghise speciali che formarono la rinomanza dell'officina. È inutile dire che essi sono dotati di tutti gli annessi dei moderni impianti.

L'officina a ferro si distingue per la specialità dei prodotti, che hanno acquistato pure una certa rinomanza. Vi si fabbricano ferri mercantili in barre, tondi, quadri, ecc., e lamiere. Ora vi si laminano pure gli acciai per rotaie, per cerchioni da ruote, e si è per questi ultimi specialmente che l'officina ha acquistata una distinta importanza. Escono da quest'officina, annualmente sotto svariate forme, 10 mila tonn. di ferri e di 16 mila tonn. di acciai.

L'acciaieria comprende una fossa Bessemer con due convertitori della capacità ciascuno di 7 tonnellate. Questi sono serviti da due cubilotti a grandi dimensioni (diam. 2 30, alti 5 m. ed a 6 ugelli) non avendo la possibilità di servirli con ghise di prima fusione.

Anche qui come a Seraing è soppressa la fossa di colata e sostituita da un canale anulare. Le Cornute sono ad assi convergenti e questi assi sono elevati sopra il piano del pavimento di oltre 4 m., ciò che rende libera la circolazione intorno e sotto l'impalcato su cui stanno i cubilotti. Su quel palco sono sorretti i perni delle cornute, senza alcun ingombro di

muratura. Del resto le solite disposizioni idrauliche per tutti i servizi della fossa.

Società delle Acciaierie di Angleur. — L'acciaieria d'Angleur presenta un primo esempio di applicazione dei due processi Bessemer e Thomas.

Quest'officina si dà quasi esclusivamente alla fabbricazione del materiale fisso di ferrovia. Oltre però alle rotaie ed alle traversine metalliche vi si fabbricano pure cerchioni e sale da ruote, e prodotti di trafleria. La sua produzione complessiva ammonta a 30 mila tonn. di acciai finiti all'anno occupando circa 800 operai.

La produzione dell'acciaio si fa in tre distinte fosse Bessener, delle quali due, le meno recenti, con quattro convertitori, sono destinate per la produzione dell'acciaio deformato col processo *Thomas*; l'impianto presenta la vecchia disposizione con i suoi inconvenienti stati però mitigati con l'ampiezza data alla fossa di colata, coll'aver ingrandito le cornute e colla potenza dei mezzi meccanici applicati. Nella nuova fossa Bessener destinata pel processo acido sonvi pure le cornute disposte di fronte come le altre, ma sono migliorate le condizioni con la soppressione della fossa di colata, coll'aver maggiormente scostato dalle cornute il perno di rotazione della caldaia di colata, rialzati i sostegni di esse cornute sul piano di un impalcato metallico sorreggente i cubilotti.

La ghisa che viene caricata negli apparecchi Bessemer è sempre di 2^a fusione. Vi sono stabiliti cubilotti di 7 metri di altezza e di un diametro esterno di metri 2 circa. Anche i cubilotti a Spiegel hanno la stessa altezza, ma un diametro esterno di 1 metro circa.

La calce per il processo Thomas viene elevata con verricelli posti alla parte posteriore delle fosse e caricata con tramoggia nei rispettivi forni di calcinazione.

Una recentissima innovazione che tende ad estendersi è quella della soffiatura laterale dei grandi convertitori, secondo la disposizione dei piccoli convertitori *Robert*, stata accennata. Questa disposizione ha certo vantaggi di molto riguardo, ma

non pare che siansi superate ancora tutte le difficoltà per applicarla ai grandi convertitori.

Regione di Charleroi. — Citerò solo l'officina di *Couillet* in questa regione, presentando essa il miglior esempio delle innovazioni introdotte in questi ultimi anni nella lavorazione metallurgica di questa regione e della tendenza al modificarsi della medesima in seguito ai recenti progressi della siderurgia.

La *Società Marcinell e Couillet*, proprietaria dell'officina di Couillet, la più importante del Belgio dopo quella di Seraing, possiede altro grande stabilimento a Chatelinau; coltiva una grandiosa miniera di carbone a Marcinelle e miniere di ferro nel Belgio e nel Lussemburgo. Complessivamente le sue produzioni annue ammontano al valore di circa 15 milioni di lire, di cui per un valore di 8 milioni circa sono prodotti esitati nello Stato ed il resto si esporta.

I mezzi di lavorazione principale di cui dispone per la produzione di ghise e ferro in barre e profilati diversi, sono 5 alti forni, di cui 4 di antica costruzione ed altro costruito di recente di grandi dimensioni ed atto a produrre da 110 a 120 tonnellate di ghisa d'affinazione al giorno;

210 forni a coke;

60 forni di pudellatura dai quali escono ogni anno da 30 a 40 tonn. di ferro che viene tradotto in barre e profilati diversi pel commercio;

25 forni di riscaldamento.

10 treni laminatoi.

Annesso alle fucine Couillet sonvi le fonderie di ghisa, di bronzo, di rame ed i grandiosi opifici di costruzioni meccaniche nei quali sono attuate ben 200 macchine utensili, e un centinaio di fuochi di fucina. Complessivamente in tutto lo stabilimento sono in azione 28 macchine motrici, mediante 184 caldaie a vapore per una forza di 7000 cavalli.

Vi è ora in costruzione a Couillet una grandiosa acciaieria Bessemer.

Il nuovo alto forno costruito nel 1883 presenta un modello d'impianto dei più perfezionati, che richiama l'attenzione forse più di tutto.

Il forno ha 18 metri di altezza, il diametro al ventre è di metri 5,60 ed il diametro del crogiolo di m. 2,20 di. Il tino è sostenuto da otto quadri-colonne la cui altezza è di 6 metri, rimanendo così libera ed allo scoperto la parte corrispondente agli sdruccioli, alla presura e del crogiolo. Quest'ultima parte è rivestita di lamiera ed è munita di 24 casse refrigeranti incluse nel massiccio della muratura. L'acqua che vi circola, all'uscita passa entro tubi che attorniano gli sdruccioli a diverse altezze e da questi tubi per fori di 2 mm. di diametro esce per inaffiare la muratura.

Il tino è formato dalla sola camicia refrattaria con cintura metallica.

Sui quadri-colonne ha base un involuppo cilindrico di grossa lamiera dell'altezza di 12 metri che ha per ufficio di sopportare la piattaforma a livello della bocca del forno ed il ponte di caricamento. Questo involuppo metallico che avvolge il tino, è distaccato di 70 cent. circa dalla parte esterna della muratura ed affatto libero. Alle parti superiore ed inferiori di questo involuppo sonvi, ad intervalli, delle larghe aperture, e tale disposizione ha per iscopo di stabilire una corrente d'aria che raffredda il tino e, contemporaneamente, facilita l'accesso alle pareti in caso di riparazione.

Il forno basa su di un massiccio di muratura di metri 3,50 di altezza ed a questo livello, intorno alla base del forno stesso, havvi una galleria ampia che serve a facilitare le manovre agli ugelli e per le colate. Sonvi 4 ugelli per il vento ed uno *Lürmann*, per la colata continua delle *loppe*. Gli apparecchi ad aria calda sono del tipo Cowper-Siemens.

Il monta cariche è formato di un castello in muratura di stile feudale di 30 metri di altezza, entro il quale salgono e scendono le gabbie coi vagonetti mediante apposito motore a vapore e funi. Alla parte superiore del castello fu stabilito il serbatoio dell'acqua per le diverse esigenze dell'officina. Il recinto di colata è elevato sopra il suolo circostante dello stabilimento, per modo che le ghise vengono caricate a livello entro i vagoni.

La macchina soffiante è orizzontale a due cilindri coniugati a condensazione e ad espansione; i due cilindri soffianti sono a

trazione diretta. Le due macchine sono accoppiate da un albero con manivelle a 90° e portante un gran volante regolatore. La distribuzione del vapore è fatta per cassette del tipo *Mayer*. Il diametro dei cilindri a vento è di m. 2, quello dei cilindri a vapore di 0.90 e la corsa comune degli stantuffi m. 1.60.

Questa macchina offre il vantaggio di potere, in caso di riparazioni, lasciare funzionare un solo cilindro, rendendolo slegato dall'altro gemello, col semplice distacco di una testa di biella.

Come si disse, la produzione giornaliera dell'alto forno di cui trattasi è di 120 tonn. di ghisa d'affinazione. La costruzione dell'impianto completo sarebbe costata L. 700 mila.

Questa costruzione non sarebbe che la prima parte del progetto che si propone di eseguire la Società di Couillet, dovendo demolire man mano i restanti 4 alti forni di vecchio modello tuttora in esercizio.

Questa vasta innovazione nella produzione della ghisa fu fatta in previsione dello stabilimento dell'acciaieria che ora è in corso di costruzione.

Gli alti forni di *Chatelineau* furono costruiti poco dopo quelli di Couillet, hanno dimensioni medie e presentano le disposizioni difettose delle vecchie costruzioni.

I minerali che si fondono negli alti forni della Società provengono da miniere del Lussemburgo (Minette al 35-40 0/0 Fe) e da miniere belghe (oligisti della provincia di Namur, carbonati della provincia di Liegi, limoniti della Sambre, ecc.).

Le ghise che si ottengono sono: Ghise ematiti per acciai; Spiegel col 4 0/0 di Mn. e 0.45 0/0 di Ph; Ghise grigie manganesifere col 7 1/2 0/0 Mn. e 0.42 0/0 Pn; Ghise da getto classificate sei categorie secondo la consuetudine del commercio; Ghise bianche e moscate, contenenti al più 0.30 0/0 S. per fabbricazione di ferri speciali e di lamiera.

La pudellatura a Couillet si fa in 16 forni doppi e in 9 forni semplici: i primi ricevono cariche di 450 kg. circa e gli ultimi di 200 a 250 kg. di ghisa.

Quattro magli e due laminatoi a *trios*, attivati quest'ultimi

da macchine verticali ad espansione e considerazione, bastano alla produzione dei ferri grezzi.

La finitura dei ferri si fa con 9 forni di riscaldamento a griglia soffiata e con 4 treni laminatoi, di cui uno grosso per *poutrelles* o travi a doppio T con quattro gabbie tutte a *trios*, un treno medio a tre gabbie pure a *trio*, per i ferri mercantili grossi e da costruzione; e due piccoli treni a *trio* sbizzatore con cinque gabbie finitrici pure a *trios*. Questi ultimi sono attivati con trasmissione a cinghie. Gli altri laminatoi sono attivati da macchine verticali ad espansione e condensazione, secondo il noto tipo speciale belga.

A Chatelineau la pudellatura ha la stessa importanza che a Couillet, ma i prodotti finiti si compongono specialmente di lamiere e larghi piatti. Si stanno facendo nuovi impianti per la fabbricazione delle lamiere a grandi dimensioni, specialità a cui è destinata quell'officina, la quale acquisterà tutta la sua importanza produttrice, quando sarà attivata la nuova acciaieria di Couillet.

Attualmente i laminatoi di Couillet e di Chatelineau, fabbricano annualmente da 50000 a 60000 tonn. di ferri laminati di pudellatura in barre e in cerchioni d'un valore di 8 milioni di franchi circa.

I vari prodotti laminati che erano esposti permettevano di vedere le varietà dei profili fabbricati (300 profili diversi di ferri speciali) e la perfezione e nettezza di laminazione che si ottengono, tanto ai piccoli treni che ai grossi treni coll'applicazione quasi esclusivamente dei *trios*. Di piccoli ferri e di lamiere eranvene pure diversi campioni con annessi saggi di trazione.

Ma la distinzione della Società di Couillet all'Esposizione era il saggio di costruzione meccanica esposto, consistente, come fu detto, in una grandiosa macchina a due cilindri coniugati ad espansione variabile per estrazione di miniere della forza di 1200 cav., destinata per una miniera di carbone nella Lorena, e calcolata per un'estrazione a 1000 m. di profondità.

La descrizione di quella bellissima macchina non essendo di competenza di questo rapporto; basterà dire che il dif-

ficile problema della espansione variabile per le macchine di estrazione venne qui risolto in modo pratico e soddisfacente a tutte le esigenze. La distribuzione è del tipo a scatto con valvole, ma con un meccanismo robusto ed esente di complicazioni di perni, di molle, ecc. abituali in questo genere di distribuzione. L'espansione variabile dipende dalla posizione del regolatore; è assolutamente automatica e si sopprime facilmente in qualsiasi istante, cioè in qualunque posizione si trovino le gabbie nel pozzo. Si può variare a volontà il grado di espansione senza nulla cambiare al congegno di distribuzione. Durante la discesa e salita di operai p. es. il meccanico può, senza cambiar di posto, fissare il regolatore e far marciare la macchina a piena ammissione per tutta la durata di un'ascensione ed a qualunque velocità. La macchina è inoltre munita di tutti i congegni, per sopperire ai casi di inavvertenza del meccanico, per trasmissione di segnali, comando automatico del freno, ecc. con disposizioni assai pratiche.

È da rimarcarsi che per una macchina destinata all'estrazione a 1000 m. di profondità, si sono ancora adottate le bobine per funi piatte di aloe o canape. L'impossibilità di ottenere così l'equilibrio dei momenti sull'albero delle bobine, anche usando funi a sezioni diminuite, giustifica qui molto bene l'espansione variabile del motore.

I vari tipi di macchine motrici e di congegni esposti dalla Società di Couillet per le industrie delle miniere, della metallurgia, per ferrovie e varie altre, forniscono elementi di studio di molto interesse specialmente per la parte cinemática.

Le varie altre officine belghe sulle quali potevansi avere notizie e dati all'Esposizione, si riferivano esclusivamente alla produzione di ghise e di ferri di pudellatura laminati in barre e profilati, specialità questi ultimi caratteristiche dell'industria belga, e che conserva ancora grande preponderanza sulle moderne produzioni di metallo fuso. Queste nuove produzioni però tendono anche nel Belgio ad estendersi sempre più, e pare che fra non molto tutte le principali sue officine, avranno subito una trasformazione radicale, coll'introduzione dei nuovi processi metallurgici di defosforazione al convertitore ed al riverbero.

INGHILTERRA.

Nella sezione inglese la metallurgia del ferro, come fu già detto, era relativamente pochissimo rappresentata, e punto corrispondente all'importanza ragguardevolissima di tale industria in quello Stato.

Si sa dalla statistica che nel 1885 la produzione dell'Inghilterra ammontava a tonn. 8.499 224 di ghisa di cui 2 milioni circa furono tradotte in acciaio Bessemer, e 4 milioni di tonn. in ferri e acciai con altri processi. Questa produzione non mancò certo di subire altri incrementi, specialmente per l'applicazione, anche qui sempre più estesa, del processo Thomas. Tuttavia gli espositori inglesi erano pochi e le esposizioni loro, in generale, non distinguevansi per quantità di prodotti. Per contro però questi erano tutti di assai pregio, ed attiravano molto l'attenzione del pubblico competente.

Sopra tutte erano bellissime le collezioni di prodotti delle officine di Scheffield, di acciai al crogiolo in lingotti, allo stato grezzo e lavorato in minuti oggetti. Quella di William Jellop conteneva lame di sega e dischi circolari a denti di sega di una finitezza di lavoro perfetto; lingottini di acciaio al crogiolo e barre spezzate di diverse qualità per determinati usi, dimostranti le diverse gradazioni di strutture finissime. La collezione *coker Brother* della *Buryt Comp. Limited*, conteneva oggetti di coltelleria, utensili diversi per l'agricoltura, getti di acciaio (pignoni, piccole ruote dentate, ecc.), tubi saldati di acciaio dolce; una serie di molle da carrozze a balestra, sale, barre tirate al maglio e alcune gittate in stampo, ecc. Tutti oggetti di una finitezza di lavoro inappuntabile.

Pure una collezione bellissima era quella della Ditta *Peter Wricht e Sons* di Dudley, fabbricante solo di incudini, di morse e di mazze per la piccola fucinazione. Ammiravansi i rinomati ferri e le lamiere di ferro di *Lomwoor* della Ditta *Bert Yorkshire Iron*.

L'esposizione della *Leed Farnley Iron Company* si presentava con prodotti delle officine di Leed (Yorkshire) e della

vicina miniera di ferro, di carbone e di argille refrattarie. Coi minerali ematiti di Farnley, asseriti di grande purezza, si producono ghise in alti forni soffiati ancora ad aria fredda, di qualità speciali tanto per getti come per affinazione. Le ghise sono destinate specialmente a getti di cilindri a vapore, a getti in *cochiglia*, e per altri oggetti ove richiedesi durezza e gran resistenza.

I ferri ottenuti colla pudellatura da quelle ghise sono di qualità che si asseriscono pari a quelle di *L. wmoor*. Il prezzo di questi ferri con la marca *Farnley* è il doppio circa di quello dei ferri comuni di *Staffordshire*. Col ferro di Farnley si fanno specialmente lamiere per focolai di caldaie, ganci e catene di trazione per vagoni, per gabbie di estrazione nelle miniere e per altri usi ove richiedesi gran resistenza all'urto; come pure sale per locomotive, manivelle, pezzi per macchine navali, ecc.

Di queste fabbricazioni erano esposti diversi campioni, con saggi di trazione che dimostrano un coefficiente di allungamento straordinario, e con spezzature fibrose di una omogeneità assai rara in prodotti di pudellatura.

L'officina produce altresì acciai *extra* dolci coi quali fabbrica caldaie ad alte pressioni a lamiera ondulata.

Le officine della *The Credenda* di Birmingham, erano rappresentate con un raro prodotto speciale, cioè tubi di acciaio senza saldature e tirati a freddo di diametri da 1 cent. circa fino a 5 e più. Interessavano i dati di prove e sforzi di tensione e di pressione a cui furono questi tubi assoggettati senza subire deformazioni. Cito solo che, da quanto asserivasi, un tubo di 2,16 di pollice inglese di spessore, e del diametro interno di circa 2 pollici, ha resistito, senza deformarsi, alla pressione di 3250 kg. per pollice quadrato; altro di egual diametro e di 2,516 di pollice di spessore, resistette senza deformarsi fino a 21800 kg. per pollice quadrato inglese.

L'esposizione della *Giers'-Mill Company* interessava per la specialità dei prodotti delle sue officine ad alti forni di *Ayreson*, *Middlesbrough* consistente in Silico-Spiegel e Ferro silicio, di cui si fa ora tanto consumo specialmente per la fab-

bricazione di getti in acciaio. I risultati di analisi di questi due prodotti che erano esposti, dimostravano una grande purezza e un assai elevato tenore in silicio.

Quattro grandi alti forni sono stabiliti ad Ayreson per questi prodotti e di tale impianto era esposto un modellino in rilievo, sul quale, oltre agli alti forni, si distinguevano tutti gli annessi costituenti l'officina: forni di torrefazione del minerale; apparecchi ad aria calda, soffieria, l'utilizzazione dei gas uscenti dai forni, le disposizioni per le colate delle loppe e delle ghise. Era un modello adatto per scuola, offrente un bel tipo della disposizione degli impianti inglesi con forni e caldaie tutto allo scoperto.

Un altro modello in rilievo rappresentava un'officina Bessemer al completo, e questo modello era esposto specialmente per far vedere la disposizione delle fosse *Giers*, con dettagli di costruzione e di manovre di servizio ad esse relative.

Le esposizioni di due altre officine inglesi interessavano pure per la loro specialità. Una era della Società *Leedl Forges Company* di prodotti fucinati alla matrice col pressoio idraulico e di tubi di acciaio senza saldatura tirati a freddo. Ammiravansi una intelaiatura intiera di impalcato di un vagone per ferrovia, senza un'inchiodatura, tutta di lamiera di acciaio Martin in un pezzo fucinato alla matrice, e focolai di caldaie in lamiera ondulata sistema Fox.

L'altra collezione era della *Conselt Iron Company* con prodotti di officine di *Durham*; fra questi distinguevansi lamiere di 1 cm. di spessore in acciaio Martin, state piegate come stoffe a freddo, dimostranti una dolcezza di metallo ed una plasticità straordinaria; tubi di acciaio Martin senza saldature stati assoggettati a forti pressioni, più una collezione di ferri di pudellatura e di pezzi per macchine fucinati in acciaio Martin. Questi prodotti di assai pregevoli qualità derivavano da minerali di Bilbao in gran parte o misti con minerali inglesi ematitici.

Apparecchi e processi metallurgici (classe 48).

Il compartimento della classe 48 riservato all'Esposizione degli apparecchi e processi delle industrie, estrattive e metallurgiche, conteneva ben poche specialità riguardanti la siderurgia. Per completare tuttavia su questa industria quale era rappresentata all'Esposizione è d'uopo ancora aggiungere un cenno su quanto ad essa riferivasi in detta classe.

Ciò che eravi qui di più interessante per la siderurgia consisteva in alcuni disegni e modelli riferentisi alle costruzioni di forni a gas, ai Forni Piat, al cubilotto Herberth e alle guerniture neutre di forni sistema Walton-Remaury.

Forni a gas. — L'esposizione di disegni del sig. Leucanchez, rappresentanti diverse costruzioni eseguite di forni a ricuperatore, noti col nome di detto autore, dimostrava diversi perfezionamenti di costruzione per le camere ricuperatrici a condotti; diverse disposizioni dei getti d'aria e di gas per le varie forme e ampiezze di laboratorio, onde assicurare la completa combustione e la uniformità di temperatura. Non vedevasi introdotta però in nessun riverbero la recente innovazione del Siemens, pel libero sviluppo delle fiamme, ma in tutti i forni vedevasi adottato ancora l'antico principio di obbligare le fiamme a lambire la materia da riscaldarsi. Osservavasi di pregievole il disegno di un nuovo gasogeno, soffiato, studiato dal Lencanchez, e stabilito nelle officine della Compagnia dell'Homme, per l'alimentazione diretta di motori a gaz.

Su miglioramenti di gasogeni per la gaseificazione di combustibili scadenti; sulla produzione di gas all'acqua; sulle nuove produzioni di gas di rigenerazione entro gasogeno di prodotti della combustione, non si avevano notizie all'Esposizione, benchè, come si sa, tali produzioni acquistarono molta importanza nell'industria.

Forni Piat. — Sono forni ad un crogiolo, trasportabili e muniti di congegno di manovra per vuotare il crogiolo, quando la fusione del metallo messovi entro è avvenuta, senza levare

il crogiolo dal forno. Figuravano analoghi forni anche alla Esposizione del 1878; ma ora però il sig. Piat vi aggiunse un miglioramento che ha per iscopo di accelerare la fusione del metallo e di risparmiare combustibile. Sopra al crogiolo destinato a contenere il metallo fuso, vi mette altro recipiente di terra refrattaria avente un fondo con foro centrale di comunicazione e dei fori laterali all'ingiro in basso. Per questi ultimi è obbligata passare la fiamma prodotta dal carbone che attornia il crogiolo inferiore. Attivata la combustione con getto d'aria sotto la griglia sopportante il crogiolo, le fiamme che si producono, entrano come dardi di cannelo pei fori laterali del recipiente superiore, ivi colpiscono il metallo solido che vi si trova, lo fanno fondere, e man mano che fonde, cade a gocce nel crogiolo incandescente di sotto dove si mantiene liquido, e sottratto dal contatto delle fiamme.

Si ottiene così una economia di combustibile e si assicura che il metallo solido lambito dalle fiamme, non subisce da queste alterazioni di sorta per ossidazioni.

Questa disposizione di forno vale per la fusione del rame e di leghe non molto refrattarie. Quando trattasi di fondere metalli di più difficile fusione come ghise, acciai, allora si fa uso di altro forno, detto forno *Piat a cubilotto*. La disposizione è analoga alla precedente con la differenza che il recipiente che sta sopra al crogiolo è più alto che non nel caso precedente ed ha forma di cubilotto. In esso si carica il metallo solido col coke con ugelli all'intorno e vi si soffia aria come nei cubilotti ordinari. Anche qui, mano, mano che il metallo fonde esso cade nel crogiolo inferiore, attorniato dal carbone incandescente come nel forno precedente. Questo secondo forno è pure munito del congegno pel versamento del crogiolo senza che questo venga tolto da sulla griglia su cui appoggia. Prima però di venir versato deve essere tolto il recipiente cilindrico cubilotto superiore; ciò che si fa facilmente con mezzo meccanico.

Il principio di separare il recipiente del forno in due parti: crogiolo pel metallo liquefatto, e recipiente superiore per il caricamento e prima fusione, come ha fatto il sig. Piat, è di certo per molti casi assai vantaggioso e giustifica i risultati

economici che in detti forni ottengono in confronto della fusione in crogiolo semplice.

Cubilotto Herbertz. — Il cubilotto *Herbertz* ha già delle applicazioni anche in qualche nostra officina per fondere la ghisa. È un cubilotto ordinario a bocca chiusa e comunicante con un camino nel quale si fa aspirazione dei prodotti di combustione con un getto di vapore; in basso, in luogo degli ugelli, havvi una fessura continua che separa la torre del forno dal fondo a crogiolo e per la quale l'aria penetra aspirata. Il forno è munito di cassa d'acqua intorno alla parete sul tratto corrispondente alla zona di fusione, come nei forni Piltz. Il crogiolo è mobile nel senso verticale per modo da potere a volontà ingrandire la fenditura di introduzione dell'aria aspirata.

I vantaggi del cubilotto *Herbertz*, in confronto degli ordinari cubilotti soffiati, come li enuncia l'inventore, sono:

Soppressione di macchina soffiante.

Economia di combustibile (dal 4 al 6 0/10 di coke).

Economia sui cali del metallo.

Nessun getto di scintille.

Produzione di ghise meno alterate e più dense.

Il sig. *Herbertz* asserisce che i suoi forni sono applicabili anche per fondite riduttive di minerali di piombo, per fondite di minerali per metalline; per calcinazione di minerali, di materie terrose di calce e cementi. Asserisce altresì che sarebbe applicabile anche per fondite riduttive di minerali di ferro, ciò che non è però dimostrato.

Come forno cubilotto per ghise od anche per altri casi in cui non si esigono, che deboli pressioni di aria in forni di poca altezza, il forno *Herbertz* può presentare infatti dei vantaggi sui forni soffiati, ma alla condizione che il diametro nella zona di combustione non sia grande. I suoi pregi in questi casi, devono solo derivare dalla grande regolarità d'afflusso d'aria in basso a debole pressione, e dalla uniforme ripartizione di temperatura nella zona di combustione. Possono attenuarsi così le cause di ossidazione sul metallo all'atto di fondersi. D'altra

parte la grande velocità dei gas nelle parti elevate del forno Herbertz, pel fatto dell'aspirazione, deve pur essere causa di economia di combustibile, perchè il CO_2 che ivi giunge a contatto di carbone rovente, sarebbe meno esposto a tradursi in CO.

Infatti nelle analisi dei gas uscenti da un forno soffiato e da un forno ad aspirazione nelle stesse condizioni di carica, secondo esperienze fatte dal sig. Herbertz, vi sarebbe in quest'ultimo stato assenza di CO e nel primo invece, ve ne sarebbe stato di quel gas dal 5 al 12 p. 0/0. È d'uopo dire però, che la ermetica chiusura della bocca deve presentare delle difficoltà per le cariche e quindi derivarne qualche irregolarità ad intervalli nella aspirazione dalla fenditura di basso; l'economia per la soppressione del ventilatore non è che apparente. Però non si può a meno di ammettere che il forno ad aspirazione, in casi speciali, ha dei pregi molto apprezzabili.

Forni con guarnitura interna neutra (Processo Wallon-Remaurij. — Il processo Walton è applicato per la produzione dell'acciaio Martin in parecchie officine. La suola del forno è guarnita di ferro-cromato naturale in pezzi cementati con una malta della stessa sostanza. Il ferro cromato, come lo fornisce la natura, fu riconosciuto resistente alle azioni acide e basiche delle scorie alle più alte temperature dei nostri forni.

Questa guarnitura ha il pregio di conservarsi indefinitamente con manutenzioni insignificanti; ed inoltre, come asserisce il sig. Walton, pei forni Martin, ha questi altri vantaggi:

1° Non entrando gli elementi della guarnitura nelle scorie che produconsi nell'operazione metallurgica, si può calcolare e regolare la carica nel forno esattamente, conforme ai componenti del prodotto da ottenersi.

2° Essendo detta materia di guarnitura pesante e bene agglomerata, non havvi pericolo nell'operazione Martin, di vedere placche di suola galleggiare sul bagno, come avviene talvolta, colle guarniture terrose che si usano.

3° Essendo il ferro cromo cattivo conduttore del calore può applicarsi con piccolo spessore (25 cent.).

Con tale guernitura viene resa facile la produzione dell'acciaio Martin coll'*Ore-process*, ciò che era difficile prima tanto con suole silicee, che con suole di calce magnesia per le corrosioni inevitabili, nei due casi, prodotte dall'ossido di ferro sulla silice dei mattoni, oppure, nel secondo caso, dal silicio della ghisa o dei minerali sulle guerniture basiche. Colla suola neutra si potrà applicare qualsiasi ghisa o minerale, quando si scorifichino le ganghe di quest'ultimo, con aggiunte opportune.

Il sig. Walton asserisce che il suo processo potrà applicarsi anche ai convertitori Bessemer, evitando di produrre scorie a spese delle pareti.

Nei cubilotti per ghise come pure in forni a tino per fonderie di minerali la guarnitura di ferro-cromo, limitata alla parte della zona di fusione, eviterebbe corrosioni.

Nei forni per cottura di calce e cementi pure, tale guernitura potrà avere utile applicazione limitatandola alla zona di combustione in vista di evitare le corrosioni delle pareti, che ivi producono l'attrito congiunto all'azione chimica della silice e dell'allumina contenute nella pietra calcarea.

Riassunto sui recenti progressi nella Metallurgia del ferro.

L'Esposizione attuale di Parigi, benchè ristretta per quanto riguarda la siderurgia, addimotrava tuttavia tutto il progresso compiutosi in quest'industria nell'ultimo decennio, cioè dopo la precedente Esposizione Universale del 1878. Tal progresso si riferisce essenzialmente alla produzione degli acciai fusi, ed il risultato che ne derivò fu il continuo abbassamento di prezzo di questo metallo e la sostituzione ognor crescente del metallo fuso al metallo saldato nelle più svariate applicazioni, restringendo perciò di continuo le produzioni di quest'ultimo.

Questi progressi nella fabbricazione degli acciai, hanno pure portato delle innovazioni sulle operazioni all'alto forno, onde ottenere i prodotti di ghise e di leghe, ora richiesti nelle acciaierie.

In quanto agli antichi processi d'affinazione delle ghise, di fronte al progredimento continuo nella produzione del metallo fuso, non pare che abbiano formato serio soggetto di studio in questi ultimi anni ed infatti nessuna innovazione nè dati di sorta presentavansi all'Esposizione circa ai processi di pudellatura e del basso fuoco. Questi antichi modi di affinazione però, che sembravano destinati già da tempo a scomparire del tutto dall'industria, sussistono tuttora e pare anzi che i loro prodotti riacquistano un certo favore per speciali applicazioni; e ciò lo si potrebbe arguire anche dai recenti ampliamenti dati a diverse officine belghe, esercenti esclusivamente la pudellatura. Questo favore che tuttora conservano i ferri saldati, sembra dovuto non solo alla facilità di saldatura, ma altresì alla minor tendenza che essi hanno di assumere certe strutture cristalline irregolari in confronto del metallo fuso, e di conservare così con maggior sicurezza i loro caratteri di resistenza meccanica, sotto l'azione di prolungati sforzi di vibrazioni.

Però coi progressi continui che si fanno nell'ottenimento dei metalli fusi, e specialmente di quelli dolcissimi; colla scelta del metallo di determinate qualità caratteristiche per ciascun determinato uso, che l'esperienza del tempo va sempre più insegnando, scompariranno man mano del tutto le prevenzioni sfavorevoli circa all'impiego del metallo fuso, e questo verrà senza dubbio in tutti i casi indistintamente preferito al ferro saldato o massello.

Ghise. — Riguardo al trattamento dei minerali di ferro all'alto forno, si può dire che non sono ormai più possibili innovazioni di qualche entità, essendosi raggiunti in questa operazione i limiti teorici circa il consumo di combustibile e sapendosi regolare i letti di fusione e l'andamento dei forni in conformità alla intensità riduttiva e carburante che occorre per un determinato prodotto, raggiungendo in pari tempo effetti epurativi intensi.

In ogni caso riesce ora facile il constatare col calcolo il quantitativo di calore necessario, per derivare da un letto di

fusione dato il prodotto di una tonnellata di ghisa analizzando le varie reazioni fisiche e chimiche che devono subire le materie caricate nel forno; disponesi di mezzi sicuri e pronti onde correggere all'uopo il funzionamento di un alto forno onde accostarsi al limite teorico di consumo di carbone.

Si è essenzialmente cogli apparecchi Cowper e Wittwel e coll'ingrandimento dei forai che si è potuto raggiungere tal risultato nell'economia di carbone, e devonsi a quegli apparecchi le forti azioni riduttive che ora raggiungonsi e l'ottenimento dei nuovi prodotti di ghise e di leghe aventi tanta importanza nelle moderne produzioni degli acciai fusi.

È ora generale la tendenza a forzare la produzione degli alti forni al massimo. Il limite di ingrandimento di detti forni è oramai stabilito a 250 ed eccezionalmente a 300 mc. di vuoto interno, secondo la resistenza che presenta il coke disponibile. La massima temperatura dell'aria che si inietta è di 800°. In tali condizioni si raggiungono le produzioni di 100 fino a 130 tonn. di ghisa d'affinazione per giornata. Tutti i moderni impianti, come pure risultava dall'Esposizione, sono fatti su disposizioni generali di un tipo uniforme: forni della massime dimensioni nei limiti suindicati di costruzioni leggere, con tino ad involuppo di lamiera o cerchiato, sorretto da colonne con profilo interno slanciato, larghe presure, petto chiuso, apparecchi di caricamento per lo più del tipo *Cupe and Cône* semplice o leggermente modificato, montacariche idraulici od a vapore di grande potenza; torri *Cowper* o *Whitwel* o miste pel riscaldamento dell'aria in numero di tre o quattro accanto a ciascun forno; macchine soffianti le più perfezionate con motore a vapore a grande espansione ed a condensazione, e fra le quali rimarcasi con frequenza l'applicazione del tipo verticale *Seraing*.

Le sostanze che hanno la maggior influenza e che si hanno più comunemente a considerare per le qualità da esse impartite alle ghise e specialmente alle ghise destinate all'affinazione, sono, come è noto il *Fosforo*, lo *Zolfo*, l'*Arsenico*, il *Silicio*, elementi tutti ben difficile ad evitarsi nei letti di fusione. Tutti questi elementi furono sempre considerati come assai nocivi

nelle ghise anche in minime dosi, e non sapendoli dapprima eliminare all'alto forno ne derivava un deprezzamento nei minerali e nei combustibili che ne contenevano.

Coi nuovi processi le condizioni cambiarono alquanto, perchè si trovò mezzo, per alcune di dette sostanze, di eliminarle all'alto forno in maggior dosi di prima, ed altre di eliminarsi più completamente nell'affinazione delle ghise per acciai fusi.

Il fosforo, come si sa, che bastava fosse contenuto nelle ghise in dose del 0,05 0/0 perchè esse non fossero più atte a dare acciai nè buoni ferri, era il maggior incaglio dell'antica metallurgia ed ancora più quando si applicarono i processi Bessemer e Martin. Ben pochi minerali sono esenti di fosforo, e all'alto forno non lo si sa ancora bene eliminare questo elemento. Non è che nella pudellatura che si riusciva ad eliminarlo in gran parte. I diversi processi di defosforazione delle ghise che si adottarono per renderle atte a dare acciai fusi al convertitore ed al forno Martin non riuscirono molto efficaci in pratica ed aggravavano non poco il costo del prodotto. Pertanto, dopo l'applicazione dei nuovi processi le ghise non fosforose alzarono sempre più di pregio.

La questione della defosforizzazione fu risolta completamente dopo il 1878 col processo *Thomas e Gilkrist* ed ora il Fosforo non è più considerato come elemento dannoso nei minerali e nelle ghise anzi è condizione di avere elevati tenori di questo metalloide (1,20 fino a 2,50 0/0) nelle ghise per ottenere buoni acciai pari a quelli derivati prima soltanto dalle ghise purissime. Si utilizzano ora all'alto forno le scorie di pudellatura, e con minerali fosforosi si procede ora a fusioni con andamenti caldi epurativi, ossia con vento molto riscaldato, in vista delle economie di combustibile, con criteri ben diversi di quelli che si dovevano adottar prima.

In quanto allo zolfo lo si elimina ora all'alto forno in modo ben più efficace che non prima delle invenzioni Cowper e Whitwell, adottando cioè andamenti di forno caldissimi e letti di fusione molto calcari calcolati per loppe al 26 e 28 0/0 di silice e 55 a 60 0/0 di calce. Si riesce così ad eliminare il 95 0/0 dello zolfo contenuto nelle cariche. Eppertanto è ora reso gene-

rale il trattamento dei residui di torrefazione di piriti che contengono ancora il 2 a 3 0₁₀ di zolfo. Si derivano ghise contenenti meno del 0,1 0₁₀ di detto metalloide, ed atte a dare eccellenti prodotti di ferri ed acciai. A Bessège, per esempio, si fanno eccellenti ghise per acciai, con minerali a ganga di Baritina.

La torrefazione dei minerali contenenti zolfo e le esposizioni a lungo agli agenti atmosferici dei medesimi, come si faceva per lo passato, sono operazioni molto meno richieste ora con i grandi alti forni a coke e coi mezzi attuali di riscaldamento del vento. Non è che negli alti forni a carbone di legna che tali operazioni preliminari sono ancora indispensabili, perchè in questi forni le loppe, come è noto, devono farsi più silicifere, che non nei forni a coke, e quindi meno epurative.

L'Arsenico che, come si sa, era ancora più nocivo dello zolfo nelle ghise di affinazione, ora coi nuovi processi non è più ostacolo alla fabbricazione dell'acciaio, perchè esso lo si elimina bene alla temperatura elevatissima del convertitore Bessemer e del forno Martin.

Il Silicio, che è tuttora considerato come elemento dannoso nelle ghise da affinarsi colla pudellatura, atteso i cali che esso dà luogo, e perchè non eliminato, dà fragilità nei ferri e negli acciai tanto a freddo che a caldo, è ora divenuto un elemento necessario coll'affinazione al convertitore.

Le ghise silicifere per Bessemer non ottenevansi facilmente che all'alto forno a carbone di legna dove appunto l'andamento caldo, come si sa, va ottenuto col fare le loppe ricche di silice. Negli alti forni a coke il silicio lo si può ora ritenere nella ghisa agevolmente, nelle proporzioni volute, col fare loppe più o meno alluminifere, e regolando opportunamente la temperatura dell'aria soffiata.

Ora poi con i moderni processi di produzione di acciai senza soffiature per getti, il silicio acquistò nuova importanza, e si producono all'alto forno a tal scopo delle ghise fino al 20 0₁₀ di silicio. Tale prodotto ha pure applicazione nei getti di ghisa al cubilotto, onde dare fluidità al metallo, e permettere di rifondere tutte le ghise di rifiuto senza ricorrere a miscele di altre ghise scure speciali di elevato costo, indispensabili dapprima.

Si producono pure ora all'alto forno ghise ad alte dosi di alluminio; queste hanno pure impiego per l'ottenimento di acciai senza soffiature e per la fabbricazione del metallo così detto *Mitis* (lega acciaio ed alluminio). Ma le dosi di alluminio che si riesce finora ad introdurre stabilmente nell'acciaio, sono assai tenui, epperò è ancor difficile conoscere le qualità meccaniche che può trasmettere tale metallo agli acciai.

Si fanno ora in modo corrente all'alto forno le leghe con Manganese a dosi fino all'85 0/0; leghe al cromo, dal 30 0/0 fino al 65 0/0 di cromo; leghe al *Tungsteno* e ghise con piccole proporzioni di Nichelio.

Le ghise o leghe contenenti questi vari metalli non hanno finora impiego che per la fabbricazione degli acciai. Fra questi sono gli *acciai al cromo*, che ora si producono in maggior quantità, e che trovano estese applicazioni sul materiale di artiglieria (proiettili perforanti, lamieroni per difese militari), e nell'industria per fabbricazione di utensili che devono presentare gran durezza di tempra. È noto pure che il cromo dà all'acciaio altre pregevoli qualità, quali sono grande resistenza alla trazione e nello stesso tempo grande allungamento.

L'impiego delle ghise o leghe mangesifere, è ben noto nella metallurgia dell'acciaio. Non si sono però finora prodotti in generale acciai a più dell'1,5 al 2 0/0 di *Mn*. Oltre a questo tenere si avrebbe un metallo eccessivamente fragile. Recenti prove però avrebbero dimostrato che a fortissime dosi di *Mn*. gli acciai acquisterebbero nuove proprietà. Si ottengono acciai al 12 fino al 30 0/0 di *Mn*., pochissimo carburati, che si laminano e che permettono di venir lavorati all'utensile, di una grande resistenza alla trazione, conservando grandi allungamenti pure, epperò atti a grandi resistenze all'urto. Finora però pare che questo curioso prodotto, non abbia ancora avuto applicazione.

Ferri ed acciai. — Di innovazioni e perfezionamenti circa alla pudellatura non se ne avevan notizie all'Esposizione. La questione della pudellatura meccanica ha ora perduto della sua importanza e non pare che abbia menomamente progredito.

dito nell'ultimo decennio. Notisi che nelle officine francesi del Nord, della Mosella, e altre; nelle officine del Belgio dove la pudellatura ha tuttora molta applicazione, si continuano ad usare i forni ordinari a griglia, oppure, meno frequentemente i forni a gas *Bichereux*, e in generale con preferenza pei forni a due porte a forti carichi. In alcuni di questi si applica la guarnitura della suola in ferro cromato, come più duratura e più resistente, che non quella comune ad ossido di ferro.

Può interessare di qui notare come l'antichissimo processo di affinazione al *basso fuoco* che pareva già da tempo destinato a scomparire affatto, sussisti tuttora e sia ancora stato soggetto di studi per perfezionamenti. Benchè l'Esposizione non presentasse notizie su questo processo, eranvi tuttavia alcuni prodotti di officina di *Christiania* (Norvegia) e diversi altri della Russia, ottenuti al basso fuoco e che richiamavano l'attenzione, per l'interesse che può ancora presentare per alcune delle nostre officine nella regione delle Alpi, dove tale antico processo ha tuttora delle applicazioni.

Si sa che la Svezia esporta dei suoi ferri di qualità eccezionale in grandi quantità a prezzi non elevati, ottenuti e tuttora al basso fuoco. Per reggere alla concorrenza dei nuovi processi non solo pel consumo locale, ma ancora pei mercati esteri, malgrado i trasporti ed aggravi di dogane, si è in quella regione perfezionato l'antico basso fuoco, in modo da economizzare combustibile e mano d'opera, e diminuire le difficoltà nell'operazione, in confronto di quanto si otteneva, coi migliori fuochi alla Contese.

Uno dei bassi fuochi più perfezionato e di più recente data è quello di *Forsberg*. Esso distinguesi per avere tre ugelli distribuiti su tre lati del fuoco (ai due fianchi ed alla rustina) e con ciò ottiensì temperatura più elevata e più regolarmente distribuita nel forno. La piastra di fondo è amovibile nel senso verticale, a mezzo d'una robusta vite per di sotto ciò che permette di variare la profondità del fuoco, nelle diverse fasi dell'operazione; l'utilizzazione delle fiamme perdute per riscaldamento si fa come nelle Contesi; la porta di lavoro è chiu-

dibile in tutto o parzialmente, onde preservare il carbone da combustione all'aria aperta. L'aria soffiata circola dapprima intorno alle pareti del forno e giunge riscaldata agli ugelli.

Si assicura che in questi forni perfezionati si ottengono prodotti migliori e più uniformi, che non negli antichi bassi fuochi, ed inoltre non richiedono operai di molta abilità; danno un maggior prodotto giornaliero di circa il doppio, e risparmiano dal terzo alla metà di combustibile, in confronto dei bassi fuochi di Stiria, ad esempio, dove pure questo vecchio processo ha tuttora applicazione, soprattutto per fili di ferro e lamiere di qualità superiori.

Acciai Bessemer. — Mentre da un lato vi fu tendenza di aumentare la potenza produttiva delle officine Bessemer, fino ad ottenere 500 e più tonnellate di acciaio al giorno, col fare convertitori di 10 e fino 15 tonn. di carica, con corrispondenti annessi di mezzi meccanici grandiosi pel servizio delle operazioni e per la sollecita lavorazione di finitura dei lingotti prodotti; d'altra parte si studiò di applicare il processo Bessemer per piccole produzioni, con impianti molto economici, accessibili alle piccole officine, servendosi di convertitori della capacità da 700 a 1000 kg. di carica.

Di questi piccoli impianti Bessemer non si hanno ancora molti esempi, ma la tendenza che pare abbiano di estendersi merita di venire qui segnalata, perchè forse può interessare specialmente il nostro paese.

È nell'officina di *Stenay*, stata sopra accennata, dove si ebbe il primo esempio in Francia di impianti di piccoli convertitori *Robert*. Sono convertitori trasportabili su ruote, soffiati lateralmente, aventi qualche analogia di disposizioni con quelli fissi di Clapp e Griffiths applicati in America. Si citano altre disposizioni di piccoli convertitori mobili in Svezia ed altrove.

Da quanto esponeva l'officina di *Stenay* sembra che i piccoli convertitori Robert, debbono avere una certa importanza nell'industria. È opportuno peraltro di qui osservare che per avere nei piccoli convertitori la stessa temperatura nel bagno metallico che si ha nei grandi convertitori, occorrerà aver più

Si combustibile nelle ghise, e tanto più che dovendosi nei primi soffiare il vento meno compresso, la combustione di detto elemento deve farsi più lenta, ciò che aggiunge causa di disperdimento di calore. Pare anche che debba riuscire meno perfetta altresì l'eliminazione del silicio, e quindi per operazioni al piccolo convertitore si richiedano ghise più silicifere per supplire ai disperdimenti di calore le quali sono più costose e più soggette a dare forti cali.

D'altra parte, non potendosi fare l'operazione in prima fusione coi piccoli convertitori, ma bensì dovendosi rifondere le ghise al cubilotto, si richiederà in queste ghise anche una maggior ricchezza originaria di manganese, ciò che dà altra causa di aumento di costo.

Risulterebbe pertanto che le condizioni di successo nelle operazioni Bessemer, sono meno favorite nei piccoli convertitori e non rimarrebbe di vantaggio per questi che la possibilità di avere piccole produzioni. Ora questo vantaggio pare che lo si possa pure avere ed in migliori condizioni nel forno Martin.

Si dovrebbe pertanto indurre che i vantaggi dei piccoli convertitori sono meno reali di quanto appare, tenuto conto dei progressi fatti nelle produzioni al forno a riverbero. Ma in tali quistioni i risultati della pratica decideranno meglio che non gli apprezzamenti teorici.

Il piccolo convertitore Robert richiamò ad ogni modo l'attenzione sul modo di soffiatura laterale del vento che obbliga la massa del bagno a un moto rotatorio, dando luogo così ad un andamento nella ossidazione, diverso di quello che si ha nei grandi convertitori ordinari. Si attribuisce a questa disposizione il pregio di maggior omogeneità nel prodotto affinato; grande facilità e prontezza nel sottrarre il bagno dal getto d'aria, senza dover cessare il vento.

Si è pertanto che in recenti impianti fatti nel Belgio per grandi convertitori di 7 tonn., si è pure applicata la disposizione Robert cogli ugelli laterali. Non si potevano avere dati sui risultati di questa nuova disposizione, la quale, riuscendo, verrebbe non solo a semplificare sensibilmente l'impianto Bessemer, per la minor potenza della soffieria, ma soprattutto

perchè si eviterebbero i ricambi, ora tanto frequenti, dei fondi dei convertitori, migliorando così le condizioni economiche e le potenzialità produttive.

Sul rimanente degli impianti Bessemer non vi ha nulla di notevole a rimarcare nell'ultimo decennio. La disposizione, così detta americana, è adottata generalmente, con fosse di colata ridotte ad un semplice canale ad arco di cerchio in cui ripongonsi le lingottiere; e con il rialzo de' convertitori in modo da rendere accessibile facilmente lo spazio intorno ai medesimi e sotto l'impalcato dei cubilotti. È molto adottato nei nuovi impianti il caricamento delle ghise tosto colate dall'alto forno.

L'applicazione delle fosse *Gier's* per la ripartizione uniforme del calore dei lingotti, tosto che vengono tolti dalle lingottiere, è altra innovazione entrata nella pratica, da cui si ha un'economia di combustibile non solo, ma altresì minor colo di metallo e inalterazione meglio assicurata dell'acciaio da laminarsi.

Va notato che in generale il processo Bessemer è ora applicato per le grandi produzioni di acciai per rotaie e di qualità ordinarie. Ha preso invece molto sviluppo il processo Martin-Siemens per produzione di distinte qualità e sempre quando si domandano rigorose composizioni e perfetta omogeneità di metallo, come ad esempio, pei materiali di artiglieria e marina, lamiere, acciai per getti, ecc.

Acciai Martin. — Le produzioni degli acciai Martin acquistarono un'importanza grande in questi ultimi anni specialmente. I miglioramenti e le innovazioni nel processo Martin, che si hanno qui a notare, si riferiscono specialmente alla costruzione e disposizione del forno. Fra queste nuove disposizioni le più importanti si riferiscono a tutti i forni a gas per elevate temperature e sono: il *libero sviluppo* delle fiamme, secondo il nuovo principio ammesso dal Siemens; l'applicazione di gas all'acqua ed anche di gas ottenuti colla rigenerazione di prodotti della combustione; l'applicazione delle soole neutre di ferro-cromo, secondo il sistema Walton; la maggior facilitazione ora ottenuta a mezzo del ferro-cromo di

applicare suole basiche terrose al forno **Martin** e quindi di dar estensione all'*Ore process*, e alla defosforazione al riverbero.

Citerò ancora la nuova disposizione del forno *Dick* o di *Witworth*, consistente nell'isolare il recinto di laboratorio e le camere rigeneratorie fuori terra. È una disposizione che ha già molte applicazioni.

I forni a gas e *libero sviluppo di fiamma*, come è noto, hanno pure già parecchie applicazioni in metallurgia.

L'esperienza prova che il principio del Siemens sul nuovo modo di riscaldamento sui forni a libero sviluppo, danno infatti i risultati previsti; si realizza in questi forni una sensibile economia di combustibile a cui è d'uopo aggiungere, pei forni Martini, un'accelerazione dell'operazione con miglioramento di condizioni di questa, per aver meglio sottratto il metallo dal contatto della fiamma, e permesso una maggior durata del forno.

In quanto ai forni del tipo *Dick* essi presentano vantaggi di facilitare le operazioni, di potersi sorvegliare in ogni parte, camere, condotti, sottosuolo del laboratorio, e anche durante il funzionamento loro di poter far delle riparazioni; di rendere impossibili le fughe o comunicazioni fra le camere rigeneratrici e quindi di evitare ogni combustione anticipata.

La quistione dell'arricchimento dei gas combustibili colla rigenerazione dei prodotti della combustione ottenuta, col far passare questi ultimi sui stessi carboni incandescenti del gasogeno fu risolta praticamente dal Siemens col suo nuovo forno. Esso è a due camere rigeneratrici, pel riscaldamento dell'aria, e riceve direttamente i gas dal gasogeno aderente. I prodotti della combustione all'uscire dal laboratorio, dividonsi in due parti il cui rapporto è regolato a volontà: una parte entra nella camera rigeneratrice e da questa al camino, l'altra è aspirata mediante un *Körting* a vapore e forzata a passare sotto la griglia del gasogeno, insieme a piccole dosi d'aria quando occorra. L'esperienza ed il calcolo addimostrano che il calore sensibile dei gas combusti è sufficiente a mantenere nel gasogeno la temperatura richiesta, perchè il CO^2 si trasformi in $2CO$. Il gas risultante non differisce di composizione da quello

che si otterrebbe collo stesso carbone in gasogeno ordinario ad aria, ma utilizzando i gas combusti si ha un'economia di carbone, che può salire al 50 0/0, atteso che per *uno* di *C* bruciato nel gasogeno si ottiene *2 C O*. In riassunto, coi perfezionamenti che ha subito il processo Martin, esso tende sempre più ad estendere le sue applicazioni. E già si hanno parecchi esempi di officine dove venne abbandonato il processo Bessemer per sostituirvi quello a riverbero.

Il processo Martin non è inferiore al Bessemer che per la minore potenzialità di produzione e per un maggior costo di produzione, ma ha di contro il gran pregio di permettere di regolare con facilità l'operazione onde giungere con sicurezza a qualità ben determinate di prodotti di una assoluta omogeneità di composizione e di non richiedere tante restrizioni sulle qualità delle ghise da impiegarsi. Si potrebbe dire che i due processi che ora si contendono le grandi produzioni dell'acciaio, sono destinati ad aver nell'industria applicazioni in campi ben distinti; il processo Martin per acciai di scelte qualità a composizioni ben determinate, per produzioni assai variate e per officine piccole e medie; il Bessemer invece per le grandi produzioni di metallo di poco variata composizione e di qualità ordinarie.

Defosforazione. — Il progresso più notevole che si verificò nella siderurgia, dopo l'Esposizione Universale del 1878 è stato senza dubbio la *defosforazione* col processo *Thomas-Gilchrist* ora applicata in grande scala nell'industria.

Questo processo ha dato luogo ad una nuova attività nella produzione delle grandi masse di acciai e ferri omogenei. Esso ha permesso di utilizzare dei minerali di ferro dapprima considerati non ad altro atti che per produzioni di ferri da scadenti qualità. La conseguenza finale fu di aver dato luogo a grande ribasso nei prezzi degli acciai e di aver reso possibile la maggiore applicazione dei medesimi.

Da ghise fosforose si ottengono ora acciai pari a quelle che si hanno dalle migliori ghise di minerali puri trattati cogli ordinari processi Bessemer e Martin, e mentre con questi ultimi,

come è noto, riesce difficile ottenere un metallo dolce, col processo Thomas tale prodotto si ottiene con la maggior facilità. Aggiungasi che negli acciai dolcissimi Thomas, le soffiature si hanno assai meno a temere, che non col primo processo Bessemer ordinario.

Il costo dell'operazione basica è un po' superiore a quello dell'operazione Bessemer ordinaria (acido) atteso il maggiore costo della guernitura del convertitore o della suola del riverbero e le aggiunte di calce sul bagno metallico; ma ciò è compensato dal basso prezzo delle ghise. Per tal modo si producono in Francia (Nord e a Mosella) e nel Belgio, i lingotti di acciaio defosforato da L. 80 a 85 la tonn. Le scorie della operazione basica vengono a contenere il 15 a 20 per 0,10 di fosforo e formano un nuovo prodotto che viene utilizzato per l'agricoltura colla fabbricazione dei concimi artificiali.

Il processo *Thomas*, come è noto, differisce dal processo Bessemer, per la guernitura del convertitore con materie basiche (dolomite al 20-30 0,10 di magnesia calcinata), per le aggiunte di calce sul bagno metallico e soprattutto pel periodo finale dell'operazione detto il *Sursonfflage*, che consiste nel continuare a soffiare vento nel bagno per 3 o 4 minuti ancora dopo che sono scomparse tutte le righe dello spettroscopio.

Le ghise da caricarsi nel convertitore *Thomas* devono avere in media il 2 a 2,25 0,10 P_n, 1,50 a 1,80 di M_n e solo 0,30 a 0,40 di Si circa al più. Le aggiunte di calce al principio dell'operazione nel convertitore, ammontano a 15 e fino al 22 0,10 del peso della ghisa.

L'acciaio Thomas presenta gli stessi caratteri di resistenza alla trazione e di allungamento dei migliori acciai Bessemer e Martin. Esso si impiega ora specialmente alla fabbricazione delle rotaie, delle traversine per ferrovie, per fabbricazioni di prodotti di trafiliera, lamiere. Le qualità più dolci pareggiano in pregi il ferro Svezia e vanno sempre più sostituendosi ai ferri di pudellatura. Attualmente sono riservati ai primitivi processi Bessemer e Martin, le fabbricazioni degli acciai speciali per materiale da guerra, e per distinti materiali da ferrovia (sale e cerchioni, ruote), ecc. Si hanno ancora

delle diffidenze sul metallo Thomas e per queste qualità superiori, ma è d'uopo dire che i prodotti defosforati sono ancora di troppo recente data, ed è bene probabile che coi continui perfezionamenti che si vanno facendo in queste fabbricazioni, esse abbiano a sostituirsi man mano a tutti quelli che ora derivansi da ghise pure e di caro prezzo.

Un pregio speciale dell'acciaio defosforato che è difficile aversi coi processi Bessemer e Martin ordinari, si è quello della tempra. Il metallo ottenuto con questi ultimi processi non può sopportare che una tempra relativamente debole, cioè la tempra all'olio, la tempra all'acqua lo renderebbe fragile e deteriorato. Invece l'acciaio Thomas puro ed esente di *Si* e di *S* e non contenente che tracce di *Ph* di *C* e di *Mn* si fucina e si lamina senza difetti e sopporta senza guasti la tempra la più forte all'acqua, con l'azione della quale invece di farsi fragile acquista nervo e corpo come i migliori antichi ferri al carbone di legna.

Benchè il processo Thomas sia di data recente ha diggià subito dei miglioramenti sensibili dacchè fu applicato. Ora col trattare ghise quasi esenti di silicio, più ricche di *Ph* e di *Mn* che non nel principio dell'applicazione di esso processo, si ottengono bagni metallici più caldi e più fluidi, più omogenei e prodotti colle qualità di saldabilità nei ferri omogenei extra dolci pari a quelle dei migliori ferri pudellati.

Dopo l'applicazione del processo di defosforazione al convertitore, lo stesso principio del *Thomas* venne applicato al forno al riverbero, e si riuscì perfettamente anche in questo a ottenere dei buoni acciai fusi con ghise e ferraglie fosforose. Il forno Martin per defosforazione non fu modificato che per la guarnitura della suola, che si costituisce di solito in pigiata di calce-magnesia. Il giunto fra le pareti basiche e la volta di mattoni di silice si fece con un cordone intermedio di *Bauxite* (al Creusot); di grafite agglomerata al gondron (a Terrenoire), ma esso era sempre uno scoglio nella pratica. Ora questo *giunto* si fa con perfetta riuscita col minerale ferro-cromo.

Si fanno ora altresì per defosforazioni, guarniture intiere di suole e pareti del laboratorio del forno Martin, in ferro-cromo,

come fu sopra già indicato. Si fanno pure in alcune officine delle guerniture intiere di magnesia pura.

L'operazione al Martin basica, differisce da quella che si fa d'ordinario su suola silicia, per le aggiunte anche qui di calcare ed ossidi di ferro, nella prima carica delle ghise o della miscela di ghise e rottami di ferro insieme; per la formazione di abbondanti scorie, che tolgonsi a più riprese, e successive aggiunte sul metallo fuso, di calce durante l'affinazione, per il sobbollimento prolungato del bagno metallico, provocato dalla decomposizione del calcare di prima carica e per la decarburazione energica del bagno, che deriva dall'azione ossidante delle scorie ferrose che lo ricoprono. A operazione compiuta, come al solito si fanno anche qui, dopo l'ultima levata di scorie, le aggiunte finali di *Spiegel* o di ferro silicio e di lega ferro-manganese.

Col sobbollimento che si fa avvenire nel bagno durante l'operazione, il fosforo può venire ossidato e scorificato completamente, e nello stesso tempo si accelera l'operazione la quale è qui una vera affinazione. Richiede perciò essa meno ferraglia che non nel processo ordinario.

Le ghise da affinarsi al Martin basico, possono presentare composizioni assai più variate, che non quelle da trattarsi al convertitore; sono preferibili però quelle meno silicifere e che non oltrepassano 1 0₁0 di fosforo. Anche qui è utile avere Mn nelle ghise per la regolarità dell'operazione e per l'eliminazione di zolfo.

Il processo Walton Remaury si applica specialmente pei casi di defosforazione; e con esso si ottengono dei risultati molto soddisfacenti, soprattutto per metallo dolce, ciò che ritenevasi dapprima difficile attesa la presenza del Cromo.

Nella Lorena e nel Lussemburgo si applicano guerniture di pura magnesia al forno pel trattamento di minerali molto fosforosi (fino al 2 0₁0 Ph) e se ne derivano ferri omogenei che saldano come i migliori ferri al carbone di legna.

Del resto, tanto con la guernitura basica che con quella neutra anche al forno Martin-Siemens, la produzione che in maggiore quantità si ottiene si è il metallo extra dolce o *ferro*

omogeneo. In esso il fosforo viene facilmente ridotto a 0,03 0/0 ed il carbonio a 0,1 0/0.

Ora che il problema della defosforazione fu completamente risolto, l'elemento il più nocivo che rimane nelle ghise da tradursi in acciaio è il *solfo*. Questo elemento ad onta dell'eliminazione all'alto forno, può rimanere ancora in dosi tali nelle ghise da impedire certe speciali produzioni di acciai. Il processo *Rollet* di rifondite al cubilotto basico, permette questa epurazione completa eppertanto in alcune esso forma un complemento utile della defosforazione. Si può dire che viene ora ad essere risolto il problema il più generale, di ottenere cioè un buon metallo, da tutti i minerali di ferro.

Acciai al crogiolo e di cementazione. — Ad onta dei progressi fatti in questi ultimi anni nella fabbricazione degli acciai al riverbero, tuttavia le fabbricazioni al crogiolo cogli antichi metodi ha ancora molta importanza, come assai bene veniva dimostrato all'Esposizione.

Si possono ottenere al forno Martin acciai di composizione e di resistenza pari a quelle presentate dagli acciai al crogiolo, ma gli speciali caratteri fisici di tempra e l'assoluta omogeneità di conformazione molecolare e di composizione chimica, richieste per certe applicazioni (per utensili, lime finissime, certi ferri da taglio, filiere, matrici, ecc.) non si giunga ancora ad ottenerli con sicurezza che cogli antichi processi della fondita al crogiolo e colla cementazione.

I miglioramenti introdotti in questi antichi processi non consistono che in qualche modificazione dei forni a vento, tuttora molto impiegati anche nelle grandi officine, o dei forni a gas in cui riscaldansi i crogioli. In queste produzioni l'economia di combustibile non ha che un'importanza secondaria; si è la composizione delle cariche per l'ottenimento delle qualità eccezionali di metallo che preoccupa il produttore; qualità che non sono per altro constatabili cogli ordinari saggi meccanici che si fanno di solito negli altri prodotti. Si è perciò che nelle fabbriche si specializzano in numerosissime qualità questi prodotti, secondo la destinazione e l'uso in tipi contraddistinti da speciali marche caratteristiche.

Acciaio colato in stampi. — I getti di acciaio hanno ora preso molta importanza e tendono a generalizzarsi sempre più coi progressi che si sono fatti in questo ramo di fabbricazione.

Sono ottenuti questi getti per lo più al forno Martin, ma se ne ottengono altresì molti al crogiolo, e qualcuno dai piccoli convertitori.

I mezzi per evitare le soffiature, come fu indicato, consistono in aggiunte che si fanno al bagno metallico di ferro-silicio, ed ora anche di ghise all'alluminio, con spiegel e con ghise più o meno carburate, ecc., e valendosi di artifizi speciali di fabbricazione. Colla ricottura e tempra si giunge poi ad ottenere nei getti un'omogeneità e compattezza di metallo pari a quanto si otterrebbe con la martellatura.

Per altro non si può indicare una formola invariata di queste fabbricazioni. Secondo la forma più o meno accidentata e le dimensioni dell'oggetto da prodursi, secondo la durezza e resistenza che si vuole ottenere nel metallo, variano le aggiunte a farsi di ghise speciali e leghe, variano i processi di fondita, ricottura e tempra. Si può dire che ogni officina si attiene a norme ed espedienti speciali.

Benchè rimangano tuttora diverse quistioni teoricamente insolute su queste speciali fabbricazioni, non si può a meno di ammettere che molto progresso si è fatto, e pare che i getti in acciaio debbano riuscire a sostituire molte fucinazioni, anche per pezzi di forti dimensioni ed a sostituirsi a molti getti che ora si fanno in ghisa.

Mezzi meccanici di lavorazione. — Coi potenti mezzi di laminazione e di fucinazione ora introdotti nelle officine siderurgiche, si sono raggiunti nuovi perfezionamenti sulla finitura dei prodotti e si motivarono sempre più le concentrazioni del lavoro, in pochi e grandiosi stabilimenti. Di magli di 80 e di 100 tonnellate se ne contano ora parecchi in Francia ed in Germania specialmente per la costruzione del materiale da guerra e di marina. Le grosse fucinazioni con potenti pressoi idraulici sono più specialmente preferite in Inghilterra, ma ora pare che acquistino molto favore anche in parecchie grandi officine dell'Europa continentale. Ne presenta uu esempio di

stinto l'officina di Moutlucon con un nuovo pressoio di 4000 tonnellate di potenza di compressione, come si è indicato, e parecchi altri esempi di minori pressoii presentano molte altre officine.

Per le grosse fucinazioni nelle quali si ha da combattere la formazione di cristallizzazioni nell'interno della massa metallica, i processi a percussioni con potenti magli, secondo l'opinione di molti pratici, sembra difficile che possano del tutto venir sostituiti dalle lenti compressioni; ma è ritenibile che fra non molto l'esperienza dirà definitivamente fino a quale punto dovranno preferirsi i pressoii ai magli.

La grandiosità degli impianti di parecchie officine dove funzionano coi potenti mezzi di fucinazione succennati, gru di manovre della potenza di 80 a 150 tonn., treni di laminatoi da corazze e treni universali della potenza di 1000 cav., forni imponenti per i riscaldi, per le ricotture, imponenti vasche di tempra, macchine utensili colossali per la finitura delle grosse masse metalliche, ecc., costituiscono un complesso ben caratteristico della grande industria siderurgica moderna.

Nella fabbricazione di rotaie e di grosse barre sagomate sono ora molto applicati i laminatoi reversibili con potentissime macchine motrici. Uno di questi treni può produrre 500 a 600 tonn. di barre o di grosse rotaie al giorno.

Coi treni attuali a lamiera del tipo Lahaut, od a soli due cilindri si producono in molte officine lamiere di 3.50 di larghezza e 12 a 15 di lunghezza.

Le motrici per detti treni sono per lo più orizzontali a due cilindri coniugati, e quando sono munite di volanti questi spesso oltrepassano le 60 tonn. ed è comune l'applicazione dei sistemi più perfezionati di espansione e di condensazione.

I treni ordinari che si impiegano per la laminazione di barre di piccole e medie sezioni che dapprima limitavansi a potenza di 50 o 40 cavalli, domandano ora motrici di 250 a 300 cav. e più. Quando i cilindri laminatoi di questi treni grossi e medi non oltrepassano i 400 giri al minuto, si preferisce di attivarli con attacchi diretti col motore senza ingranaggi. Pei laminatoi di piccoli ferri che devono dare più centinaia di giri al

minuto si preferisce l'applicazione di cinghie come mezzo di trasmissione.

La tiratura o laminazione a freddo pare abbia ora riacquisito molte applicazioni in Inghilterra. Si laminano a freddo barre piatte di 180 a 200 mill. di larghezza, barre rotonde e quadre di piccole dimensioni, e si ottengono così esattezze di profilo rigorose ed una levigatezza tali, da potersi evitare il lavoro al tornio od alla piallatrice. Si laminano allo stesso modo tubi senza saldature, lamiere sottilissime per usi speciali. Il metallo tirato a freddo aumenta sensibilmente di tenacità, ma perde in elasticità e dà alla rottura piccoli allungamenti, eppertanto non è atto che a speciali usi.

Altro speciale modo di lavorazione del ferro a freddo in qualche officina inglese è quello della tiratura alla *filiera* applicato a barre rotonde per gambi di stantuffo, per piccoli alberi, per far tubi non saldati, ecc. Si attribuirebbero i migliori pregi nei prodotti ottenuti con questa lavorazione.

Metallurgia di metalli diversi escluso il ferro.

Leghe metalliche.

Le industrie del rame, del nichelio, dello zinco, del piombo, dell'alluminio e delle leghe metalliche, erano rappresentate, con ricche collezioni, all'Esposizione. In queste ammiravansi in gran copia i prodotti di seconda lavorazione in articoli laminati, trafilati, ornamentali e in getti variatissimi, ma con pochissimi dati riferentisi alla loro metallurgia propriamente detta.

Per gli altri metalli comuni non si presentavano che prodotti di seconda lavorazione senza alcune indicazioni tecniche. Non mi è pertanto possibile di qui riferire che le seguenti note incomplete circa all'industria dei detti metalli.

Rame.

Le collezioni delle officine di affinazione di seconda lavorazione del rame e leghe di questo metallo, erano le più appa-

riscenti per la varietà ed eleganza di disposizioni dei prodotti sotto tutte le forme richieste nelle applicazioni costruttive.

Le sole officine metallurgiche che esponevano prodotti del trattamento di minerali di rame con qualche dato erano quelle di *Aiguille* dove applicasi il processo *Manhès*, e quelle della *Comp. des Soufre e Cuivre de Tharsis*, dove trattansi le piriti spagnuole per via umida. Le collezioni di queste meritavano speciale attenzione.

Nella sezione di Norvegia eranvi collezioni di piriti di *Foldal*, e di altre località con qualche prodotto di rame rosetta, ma senza alcuna indicazione.

Nella sezione italiana si ammirava una bella collezione di minerali di *Montecatini* e parecchie altre collezioni di minerali di rame eranvi sparse nelle Sezioni non Europee.

Società Commerciale des Metaux. — L'Esposizione di questa Società era la più grandiosa e completa pei prodotti della lavorazione del rame e dell'ottone. Disposti con eleganza eranvi in gran copia tubi senza saldature di tutte le dimensioni richieste dal commercio, del diametro di qualche millimetro fino a 45 o 50 cent., lamiere, fili, oggetti martellati di diverse forme, oggetti stampati, barre sagomate, ecc.

L'officina di Biache St. Vaast (Pas de Calais) offriva altra collezione grandiosa e completa de' suoi prodotti di lavorazione del rame e dell'ottone, del piombo, dello stagno, dello zinco, dell'argento e di leghe diverse. Anche qui i tubi di rame e di ottone senza saldatura formavano una collezione numerosissima. Erano rimarcati i fili finissimi e le lamiere grandi e di molta sottigliezza. I prodotti di rame martellato sotto forma di piastre da focolare di locomotive, di apparecchi distillatori, di grandi recipienti, addimostravano la omogeneità e purezza del metallo prodotto in quelle officine.

Nell'officina di *Biache*, come si sa, si affinano tutti i metalli sovracitati; si trattano pure metalline di rame contenenti argento ed oro. Si applica la separazione di questi metalli preziosi dal rame nero, col processo dell'*elettrolisi*. Nessun dato

però fu possibile avere su questa operazione, nè su altre che in detta officina sono applicate per la raffinazione dei vari metalli.

La Ditta Létrange esponeva pure bellissime collezioni di prodotti lavorati di tutti i metalli comuni, quali ottengono dalle sue due officine di *S. Denis* e di *Romilly*. Essi consistevano specialmente in prodotti di laminazione e di trafleria in rame, in ottone, in argento e in oro. Nessun dato si aveva sulle operazioni d'affinazione applicate in dette officine, ma si sa che i processi ordinari delle fondite sono i soli usati regolarmente, salvo alcune applicazioni d'elettrolisi e della via umida per separazioni di metalli preziosi.

Società Anonima pour la Metallurgie du Cuivre. — Questa Società metallurgica esponeva una interessante collezione di prodotti dal trattamento minerali di rame e minerali di nichelio col processo al convertitore Manhès, dell'officina di *Aiguille*.

Il processo Manhès, benchè di data recente, ha già tante applicazioni nella metallurgia del rame ed è ormai così noto che non è qui il caso di darne descrizione. Esso, come si sa, funziona regolarmente da due anni, anche in Italia, nell'officina di Livorno, con esito eccellente. È il più grande progresso che siasi fatto nella metallurgia del rame in questi ultimi anni, ed ora nell'officine di *Aiguille*, tendesi ad estendere l'istesso processo al convertitore anche per la metallurgia del nichelio.

Nella collezione di *Aiguille*, ciò che rilevavasi di più importante era quanto segue:

1° Una Calcopirite al 13 p. 0₁₀ di *Cu.* con una prima fusione diretta tradotta metalline al 38 0₁₀; questa nel Convertitore Manhès, dopo 20 minuti d'iniezione del vento, diede un prodotto al 75 0₁₀ di rame e dopo 35' un rame nero al 98,3 0₁₀ di rame.

2° Un minerale di rame grigio al 12 0₁₀ *Cu.* e 9 0₁₀ *Sb.*, tradotto con una fondita in metalline al 29 0₁₀ *Cu.*; questa nel convertitore dopo 50 minuti di soffiatura ha dato un rame nero al 96.7 0₁₀ *Cu.* e 0,05 0₁₀ *Sb.*, contenente tutto l'argento

e l'oro della originaria metallina (cioè per tonn. di rame nero: Ag = Kg. 1.5 - An = 13 grammi).

3° Un minerale del 10 0/0 Cu. allo stato di idrosilicato di provenienza dall'America, fu tradotto in metallina al 40 0/0 Cu. la quale nel convertitore dopo 40' diede un rame rosetta al 99 0/0 di rame.

Altro minerale di Røras (Norvegia) al 4.5 0/0 Cu. tradotto con una torrefazione in catasta e una fondita, in metalline al 34 0/0, questa nel convertitore dopo 45' diede un prodotto al 98.8 0/0 di rame.

Altri esempi di trattamento al convertitore dimostravano, come con tal processo si giunge ad epurare il rame di As e Sb contenuti nei minerali originari.

4° Prodotti di minerali di nichelio.

Una pirrotina del Piemonte al 4.5 0/0 di Ni, con una fusione ha dato metalline al 28 0/0 Ni. Questa nel convertitore dopo 35' diede un metallo al 95 0/0 di Ni, di cui si esponevano i campioni.

Un minerale idrosilicato, proveniente dagli Stati Uniti d'America all'8 p. 0/0 di Ni, fuso all'alto forno come si fa col noto processo Garnier, ha dato una ghisa di nichelio al 38 0/0 di questo metallo. Messo questo prodotto nel convertitore Manhès dopo 40' di azione del vento, diede un metallo al 97 0/0 di Ni, con scorie al 2 0/0 da ripassarsi alla fondita.

Col nuovo convertitore mobile Manhès che vedevasi esposto, il processo fu reso possibile a metalline di non grande ricchezza, in una sola operazione. Come si può vedere anche nella nostra officina di Livorno, il nuovo convertitore è cilindrico ad asse orizzontale e con ugelli laterali da un sol lato. Esso può girare intorno al proprio asse e basta di inclinarlo così più o meno, perchè il getto del vento giunga sotto al livello del bagno a quella profondità che desiderasi e che deve variare col progredire dell'operazione.

Con questa disposizione e grazie a nuovi perfezionamenti nella guernitura interna formata di una pigiata di materie silicifere, si possono ora compiere nello stesso convertitore

sino a 15 o 18 operazioni, mentre prima non si riusciva a farne 7 od 8, dopo le quali la guernitura era corrosa e dovevasi rifare. La materia di guernitura può ancora dar luogo a modificazioni come nel Bessemer.

La carica per ogni operazione è di 70 a 100 kg. di metalline: dopo 15 a 20 minuti di soffiatura, secondo la ricchezza della metallina, l'operazione è finita.

Con tre convertitori si può averne uno in azione di continuo e produrre mensilmente 100 e più tonnellate di rame.

Ad Eguilles si hanno sei convertitori, cinque forni a tino per la fusione dei minerali e due cubilotti pel caso che s'abbiano a rifondere metalline, più due forni di raffinazione a riverbero e si trattano annualmente più di 20,000 tonnellate di minerali di rame al 10 0₁₀ ricavandone 2000 tonn. di rame.

In detta officina si trattano ora altresì delle metalline di America. Si possono caricare nel convertitore insieme alle metalline dei vecchi bronzi, ottoni, rottami di rame, ecc. Il piombo, lo zinco, lo stagno, contenuti in queste ultime materie in rottami, oppure nelle metalline, vengono al convertitore ossidati e scorificati facilmente. Vi si aggiunge in tal caso qualche poco di ghisa al manganese fusa, per rendere le scorie ben fluide.

L'arsenico e l'antimonio vengono bene eliminati al convertitore e questo è un fatto importante a constatarsi sapendosi la loro nociva influenza sulla qualità del rame. Pare che gli ossidi di questa sostanza vengano trascinati per azione meccanica del vento, senza che l'azione riduttrice del rame sovra essi abbia tempo ad effettuarsi.

Il cobalto viene scorificato quasi tutto nelle operazioni al convertitore, ma il nichelio ed il bismuto si concentrano invece nel rame.

Col processo Manhès il trattamento completo di un minerale di rame si riduce pertanto a tre operazioni: fondita cruda del minerale per metalline; traduzione di queste in una sola operazione al convertitore in rame nero al 97-98 p. 0₁₀; affinazione ordinaria del rame nero al riverbero.

Se si confronta il nuovo processo Manhès cogli antichi pro-

cessi della metallurgia del rame, si hanno i seguenti vantaggi a favore del primo :

Consumo di combustibile per il trattamento di minerali al 10 0₁₀ Cn. ridotto circa al terzo ;

Mano d'opera ridotta del 50 0₁₀ ;

Sono evitate le immobilizzazioni di materie ramifere per tanto tempo, come si dovevano avere cogli antichi processi.

Migliore epurazione di sostanze nocive e specialmente dell'Arsenico e dell'Antimonio.

Benchè però il nuovo processo Manhès abbia ridotto le spese di trattamento complessive di un minerale di rame a tenori ordinari della metà, o di 2₁₃ circa rispetto a quelle che avevansi coi metodi antichi, tuttavia la sua azione non può estendersi in generale alla classe dei minerali così detti poveri, cioè a tenori in rame sotto il 4 o 5 0₁₀. Per questa classe di minerali è ancor d'uopo ricorrere alla via umida e ce ne fornisce un bell'esempio l'esposizione della *Società del Solfo e Rame di Tharsis*.

Questa Società coltiva in Ispagna la nota miniera di *Tharsis* e di *Calanas* e possiede parecchie officine in Inghilterra, ove tratta questi minerali dopo averli utilizzati per la fabbricazione dell'acido solforico. Esponeva diversi campioni di minerali, prodotti intermedi di loro lavorazione, dimostranti il processo metallurgico seguito, più il rame ottenuto in pani e lavorato colla laminazione e colla martellatura sotto diverse forme.

Il processo di trattamento adottato nelle officine di questa Società, come in generale in quasi tutte le officine inglesi, sui residui della torrefazione delle piriti ramifere, è quello della clorurazione per via ignea in forni a riverbero col cloruro di sodio; lisciviazione con acque cloridriche; precipitazione del rame da queste soluzioni per cementazione col ferro. I residui di lisciviazione sono utilizzati come minerali di ferro. Il rame di cemento raccolto in un pressoio a filtro viene fuso per rame nero o per metallina.

Il minerale trattato ha in media il 3 0₁₀ di rame con 4 a

6 0₁₀ di zolfo. Alcuni di questi contengono piccola quantità di argento e di oro. Anche questi subiscono la clorurazione in forni come i precedenti; varia solo il trattamento successivo per via umida. La dissoluzione alcalina dei cloruri d'argento e d'oro viene assoggettata, a quanto pare, alla precipitazione col ioduro di potassio e col ioduro di zinco.

Riguardo ai processi di elettrolisi, che ora si applicano ai rami neri e specialmente quando questi sono argentiferi ed auriferi, l'Esposizione non offriva nessuna indicazione. Può tuttavia interessare un esempio di ristretta applicazione industriale dell'elettrolisi pel rame, esposto nella sezione dei prodotti chimici, dalla Società Dinamite Nobel, derivato dall'officina italiana di Avigliana. Si presentava del rame che fu estratto dai residui di torrefazione delle piriti per la fabbricazione dell'acido solforico. Quei residui al 2 0₁₀ circa di rame, vengono ad Avigliana liscivati con acque acidulate di acido solforico, e le soluzioni subiscono l'elettrolisi in *bacini-pila* a diaframmi porosi di pergamena artificiale, ad elettrodi, ferro e rame congiunti in corto circuito con lastrine di rame. Nei compartimenti degli anodi di ferro vi sta la soluzione di solfato di ferro, in quelli dei catodi di rame vi si mette la soluzione ramosa.

Un analogo processo di elettrolisi in bacini a diaframma poroso per la scomposizione delle soluzioni ramifere, come si sa, fu proposto dal Keit, ma la disposizione del bacino-pila adottato ad Avigliana ha il pregio su quello del Keit di presentare molto minor resistenza alla corrente, per la grande superficie degli elettrodi congiunti in quantità, e per la natura del diaframma. Si riesce in tal modo con bacini di un volume di circa un metro cubo ed ottenere da soluzioni poverissime 10 a 12 kg. di rame nelle 24 ore, e con un costo inferiore a quello che si avrebbe con la cementazione ordinaria.

È un processo elettrolitico adatto per le piccole produzioni, che fu proposto e studiato dall'ing. Rovello di Torino, e che potrebbe avere utili applicazioni specialmente nelle fabbriche di acido solforico, dove si hanno residui ramiferi.

Nichelio.

Il più notevole e più recente progresso nella metallurgia del nichelio figurava nell'esposizione dell'officina di Eguilles, come fu già indicato coi prodotti di nichelio grezzo ottenuti al convertitore. L'applicazione del processo Manhès in quest'officina viene fatta tanto sulle metalline di nichelio, quanto sulle ghise di nichelio. Non si poteva rilevare quali sono le condizioni nè come si procede nell'operazione al convertitore di quei prodotti. Si sa peraltro che non riesce la separazione del rame dal nichelio in quell'operazione, eppertanto volendosi ottenere del nichelio puro è d'uopo che nè metalline nè ghise da trattarsi contengano rame, altrimenti si otterrebbe dal convertitore una lega dei due metalli. Se havvi cobalto nelle metalline, questo nel convertitore si scorifica facilmente e lo si può poi ricavare con trattamento a parte delle scorie per via umida.

Per le metalline di nichelio non si avrebbe da eliminare al convertitore che zolfo, ferro e arsenico, ed allora gli elementi caloriferi sono gli stessi che si hanno per le metalline di rame. Alla eventuale deficienza di elementi caloriferi nel convertitore, pare che ad Eguilles si supplisca con aggiunte di leghe o ghise manganesifere e silicifere.

Per le ghise di nichelio si verificano altre e ben diverse condizioni nell'operazione al convertitore. Esse contengono circa il 70 0/0 di nichelio, 25 a 30 0/0 di ferro; 2 a 2,5 0/0 di carbonio; 2,4 a 2,7 di silicio, e l'operazione al convertitore presenta molte analogie coll'operazione Bessemer per acciaio.

Attualmente le ghise di nichelio provenienti dalla Nuova Caledonia devonsi assoggettare ad operazioni lunghe e costose di affinazione in forni a riverbero a gas onde estrarne il nichelio. Col processo Manhès le operazioni sarebbero molto semplificate e rese assai più economiche. I minerali di nichel idrosilicati, trattati in Europa, vengono tutti fusi per metalline o per speis come gli altri metalli sulfurati trovando assai più facile l'estrazione del nichel da quei pro-

dotti che non dalle ghise di nichel cogli attuali processi, tanto della via ignea che della via umida.

La Società *Le Nichel* esponeva una ricca collezione dei minerali che essa coltiva nella Nuova Caledonia (garnierite) ed una completa collezione di prodotti dei trattamenti metallurgici adottati nelle sue officine; e di più dei campioni di nichel metallico, in cubetti, in lingotti, in lastre, in prodotti diversi lavorati.

Questa Società possiede due officine nella Nuova Caledonia ed altre quattro in Europa, ove tratta i minerali delle sue miniere di garnierite. La sua produzione annua giunge ora a 500 tonn. di ghise e metalline di nichel ed a 200 tonn. di nichel affinato.

Coi prodotti di prima fondita dei suoi minerali, vengono alimentate parecchie altre officine in Europa ove esercitansi l'industria del nichel. Nel 1888 vennero esportate dalla Nuova Caledonia da detta Società 10,000 tonnellate di minerale quasi tutto idrosilicato e del tenore medio del 10 al 12 0/0 di nichel, e colle nuove estensioni delle lavorazioni delle miniere si preventivava pel 1890, un'esportazione tripla, cioè 30,000 tonnellate.

Devesi alla Società *Le Nichel* la più gran parte della produzione mondiale del nichelio e le più estese applicazioni moderne che si son date a questo metallo, il cui prezzo fu ridotto di meno della metà di quello che era or non sono molti anni.

Comp. de Fabrication Française du Nichel. — Questa Società esponeva la più bella collezione di oggetti lavorati in nichel puro. Essa possiede ad Andincourt (Doubs) un'importante officina dove si trattano minerali, metalline, speis e ghise di nichelio.

Il merito di questa officina si è di avere adottato un processo speciale di affinazione per fusione del dott. Fleitmann, che permette di ottenere un nichel purissimo (a 99,5 0/0 N.). Si poterono così risolvere le difficoltà di lavorazione che si avevano prima col nichel metallico; difficoltà derivanti, quasi

sempre, da imperfetta epurazione e che obbligavano a dare il più grande impiego di detto metallo allo stato di lega.

Il nichel ottenuto purissimo lo si lamina, lo si fucina al martello, alla matrice come si farebbe con l'acciaio dolce. Gli oggetti esposti fornivano bellissimi esempi di questi vari modi di lavorazione: erano spatole, riflettori, articoli da viaggio, casse d'orologio, lame di coltello, pezzi per usi chirurgici, pezzi di ornamentazione per selleria, per usi domestici diversi, per uso di laboratori di chimica, ecc. Si osservavano oggetti diversi di acciaio placcati di nichel in lamine sottilissime, con una saldatura perfettissima dei due metalli ed eran questi i prodotti di certo i più distinti della bellissima collezione.

Questa Esposizione comprova nel miglior modo che l'uso del Nichel allo stato metallico, va prendendo sempre più estese applicazioni nell'industria.

Alluminio.

La preparazione dell'alluminio metallico o in leghe con processi economici è un problema che ha dato luogo a moltissimi studi, e molti tentativi, come si sa; ma dei molti processi stati proposti e brevettati ben pochi relativamente ebbero serie applicazioni nell'industria. L'esposizione presentava assai poco su questa speciale metallurgia e si può dire ch'essa limitavasi ad una sola collezione di leghe di alluminio che fosse veramente interessante come novità, ed erano i prodotti stati ottenuti col processo Brin. Nella Sezione Inglese si osservavano alcuni blocchi di alluminio metallico stati ottenuti con processi per via ignea, ma senza alcune indicazioni. Nella Sezione Americana per la metallurgia dell'alluminio non fu dato di vedere che un disegno del forno elettrico *Cowles* adottato dalla *Cowles electric Smelting aluminium Company di New-York* e con annessi alcuni campioni di ferro-alluminio (al 10 p. 0/0 Al) ma anche qui senza indicazioni.

I processi fondati sulla riduzione del cloruro doppio di alluminio e di sodio a mezzo del sodio sono tuttora applicati in varie officine e fra queste annoverasi ancora la antica e rino-

mata officina di Salindre in Francia dove è sempre applicato il processo del Saint-Clair-Deville. Il più marcato progresso che si sia fatto sull'applicazione finale di detta reazione sta nel procedimento *Castner* col quale si riuscì a diminuire molto sensibilmente il costo dell'alluminio, grazie alla semplificazione ed al basso prezzo di produzione del sodio colla riduzione della soda e grazie alla innovazione dello stesso *Castner* nella produzione del cloruro doppio di alluminio e sodio mediante la reazione del cloro sulla miscela di allumina, cloruro di sodio e carbone ad alta temperatura.

Si deriva pure l'alluminio dalla decomposizione della *Criolite* direttamente mediante il sodio come si fa dall'*Alliance Alluminium Company* a Birmingham.

Un nuovo processo di cui si vantavano grandi pregi all'Esposizione, ma senza che si potessero avere esatte informazioni è il processo *Maupier*. Esso deriverebbe l'alluminio dalle argille e consisterebbe nelle seguenti operazioni: una prima fondita di scomposizione dell'argilla unendosi della fluorina, carbonati di calce e di soda e di potassa in presenza di carbone; una seconda fondita del prodotto di fluoruri ottenuto, con aggiunte di una lega di ferro-manganese sempre in presenza di carbone; e finalmente un'ultima fondita di affinazione per separare il ferro e il manganese dall'alluminio entrati con questo in lega nella scomposizione dei fluoruri, operazione questa che verrebbe fatta in presenza di carbone vegetale.

È duopo attendere dall'esperienza la conferma di quanto viene asserito da questo nuovo processo quando sarà entrato nel campo industriale.

Il processo *Brin* da quanto si poteva dedurre dalla bellissima collezione di prodotti esposti, darebbe l'alluminio in lega con altri metalli ma difficilmente isolato. Esso processo consisterebbe in una semplice fondita al cubilotto della ghisa, ferro, o altro metallo in cui vuolsi far entrare l'alluminio, con una miscela di argilla, borace e cloruro di sodio.

Con questo processo si sarebbero ottenute ghise col 4 0/0 Al; acciai al 2 0/0 Al; bronzi a vari tenori, leghe di rame, ferro e alluminio con tenori di quest'ultimo metallo fin dell'8 p. 0/0

e di questi prodotti e di diverse leghe nuove se ne presentavano in lingotti, in barre, in getti ornamentali.

Si asserisce dagli inventori che con ripetute fusioni di arricchimento di una prima lega di ferro-alluminio e di altra lega sempre con nuove aggiunte del triplo reagente suindicato si riesce ad ottenere l'alluminio metallico isolato.

Non mi fu possibile aver dati precisi sul procedimento, ed anzi le scarse indicazioni venivan date con una cert'aria di mistero, eppertanto mi è duopo astenermi da qualsiasi apprezzamento ed attendere la sanzione dalle prove industriali per la conferma delle asserzioni degli inventori.

Un'altra categoria di processi per la produzione dell'alluminio che ha già acquistato molt'importanza nell'industria è quella dei processi elettrici. Di questi non s'aveva all'esposizione che una incompleta rappresentanza nella Sezione Americana, come fu detto, del processo *Cowles* il più importante finora in questa categoria e col quale si producono ora soltanto delle leghe di alluminio.

È ben noto il fornello elettrico *Cowles* e non è quindi il caso qui di farne descrizione non presentando il disegno che si vedeva esposto modificazioni rimarchevoli rispetto a quelli che trovansi pubblicati nei libri e giornali.

Si sa che la corrente elettrica nel fornello *Cowles* agisce come mezzo calorifero atto ad elevare il potere riduttore del carbone per la decomposizione dell'allumina, che la corrente è alternativa con intensità di circa 1000 ampères e con una differenza di potenziale pure assai elevata (40 a 50 volts), e che si possono ottenere 3 a 400 grammi di alluminio in lega in un'ora circa per ciascun fornello mediante una energia di 18 a 20 cavalli elettrici.

Più recente del processo *Cowles* è il processo *Herault* avente pure diverse applicazioni in Europa, e nel quale si fa pure uso dell'arco voltaico in un fornello analogo a quello del *Cowles*. Nel processo *Herault* però la corrente agisce come nell'elettrolisi colle leggi di Faraday. Nel crogiolo fornello l'ossido di alluminio fuso fa da elettrolito e l'alluminio che ne risulta dalla

scomposizione fa sul fondo del crogiolo ufficio di catodo; il fascio di carboni per la parte immersa nel bagno fa da anodo.

Altri processi di elettrolisi fondati sulla decomposizione del cloruro doppio di alluminio e sodio fuso sono pure applicati con diverse varianti circa all'apparecchio, ma di questi non si aveva nessuna indicazione all'Esposizione. Il processo Minet che deve essere ora applicato in Francia è fondato sulla decomposizione del fluoruro di alluminio e sodio. Questa sostanza in miscela con sal marino allo stato di fusione forma il bagno elettrolita, ed esso mantenuto di costante composizione con continue aggiunte di fluoruro di alluminio e a temperatura costante, sotto l'azione della corrente dà all'anodo del fluore e al catodo l'alluminio. Le difficoltà però che devonsi superare in quest'operazione obbligano di adottare variati artifici non sempre esenti da imperfezioni. Il processo si applica più specialmente per produzioni di leghe, e in questo caso il catodo invece di essere formato da lastra di carbone agglomerato è formato del metallo con cui si vuol unire l'alluminio e si devono adottare disposizioni e composizioni speciali per le pareti della vasca voltmetro.

Leghe metalliche.

Le leghe metalliche formavano soggetto distinto di osservazione all'Esposizione per le indefinite loro varietà, per i nuovi e recenti studi sulle rispettive proprietà meccaniche e fisiche e per le speciali applicazioni che presentavansi. Fra queste specialmente attiravano l'attenzione: le leghe dell'alluminio col ferro (acciai), col silicio, col rame (bronzi aurei), collo zinco (saldature), collo stagno, coll'argento, coll'oro, col nichel e col carbonio, le leghe bianche del rame col nichel e collo zinco sotto le denominazioni di millehort, di argentau, di packfong; i bronzi al manganese; i bronzi fosforosi, i bronzi bianchi e i vari bronzi industriali; le leghe di ferro e nichel, di ferro e rame e zinco. Fra queste ultime la più rimarchevole fra tutte era il metallo delta di cui l'Esposizione era ornatissima e forniva una grandissima quantità di oggetti.

Il metallo delta è una lega a base di rame, ferro e zinco, in proporzioni non costanti, con aggiunta, pure in minime dosi altre sostanze. È di perfetta omogeneità; è caratterizzato da una resistenza alla trazione pari a quella dell'acciaio, da una grande duttilità e malleabilità a freddo ed a caldo, presenta una grande resistenza alle azioni ossidanti e corrosive, ciò che lo rende prezioso per moltissime applicazioni.

Di questo nuovo metallo erano esposti campioni nella Sezione di metallurgia, della marina, delle poste e telegrafi, della guerra, ecc.

Detta lega può venire fucinata al martello o alla matrice, come il ferro dolce, laminata, stampata, trafilata a freddo. È di un colore prossimo a quello del bronzo e come quest'ultimo si presta per qualsiasi getto, anche i più minuti.

La collezione della classe 41 riserbata ai prodotti metallurgici, comprendeva i più svariati articoli in metallo Delta; fra i pezzi di getto distinguevansi oggetti di robinetteria, ruote d'ingranaggio di varie dimensioni, grossi pignoni per laminatoi, placche ornamentate, eliche di navi, tubi cilindrici e corpi di pompa, âncore, valvole, ecc. Fra i pezzi fucinati osservavansi alberi di macchine, aste di pompa, buloni, oggetti fucinati alla matrice, barre e lastre laminate, e di queste ultime alcune stampate con forti ripiegature a freddo, fili di varie grossezze ottenuti alla trafilata, ecc.

Il metallo in getto è di un'omogeneità perfetta, senza la minima traccia di soffiatura, con una resistenza di 25 a 40 kg. per mm. q. ed un allungamento dal 10 al 40 0/0 secondo le proporzioni degli elementi della lega.

Il metallo delta aumenta di resistenza se fucinato o compresso alla matrice. Erano esposti oggetti vari stati così lavorati, che avrebbero data una resistenza alla trazione di 65 kg. per mm. q. con 30 o 40 p. 0/0 di allungamento, cioè come il miglior acciaio Bessemer.

I fili ottenuti alla trafilata avrebbero presentato alla trazione una resistenza di 70 fino a 100 kg. per mm. q. con 15 a 20 p. 0/0 di allungamento, secondo se temperati o raddolciti con ricottura.

Si sono eseguite delle prove di confronto di resistenze meccaniche col metallo Delta, con diverse qualità di acciai, con il bronzo (titolo della marina) all'urto, alla trazione a deformazioni diverse e di queste se ne esponevano i risultati. I migliori risultati, in quasi tutte le prove, spettavano al metallo Delta.

Cito infine che le pompe che alimentavano i poderosi pressoi idraulici per gli elevatori della torre Eiffel, avevano cilindri, stantuffi e valvole in metallo Delta, ed esse pompe sono state provate a 700 atmosfere.

Sono innumerevoli le applicazioni a cui si presta la nuova lega a preferenza del bronzo, dell'acciaio ed altri metalli; ne fanno prova le moltissime che se ne sono fatte nelle costruzioni meccaniche, nelle macchine marine, nelle miniere, ecc., e specialmente nei casi dove oltre alla grande resistenza meccanica, il metallo deve resistere ad azioni chimiche di corrosioni. L'unico ritegno nello estendersi delle sue applicazioni a preferenza di altri metalli comuni, è il prezzo di costo il quale varia da L. 2 a L. 3 il kg.

Zinco.

La metallurgia dello zinco dacchè fu applicato nell'industria, al principio del secolo, non subì nessun progresso radicale, ad onta delle imperfezioni che essa presenta, se la si confronta colle metallurgie degli altri metalli comuni, dove pure si ha da compiere la stessa operazione chimica di riduzione dell'ossido metallico. Tutti i tentativi che furono fatti per introdurre nel trattamento dei minerali di zinco, delle innovazioni sulle antiche disposizioni degli apparecchi e sul modo di riduzione, riuscirono inefficaci davanti alla difficoltà di dover sublimare il metallo, al riparo di ogni influenza di ossidazione.

Però se il processo metallurgico non subì variazioni nella distillazione del metallo, in muffole o in tubi secondo le note disposizioni *Belghe* e di *Slesta*, gli apparecchi ebbero a subire delle modificazioni di dettagli di non piccola importanza, le quali hanno permesso un aumento di rendimento e di durata

dei forni, una diminuzione di consumo di combustibile, minori perdite di metallo, ecc.

Se in origine, e da non molti anni ancora la perdita di zinco, nel trattamento del minerale, ammontava al 30 e fino al 40 0/0, e si consumavano 7 a 8 kg. di buon carbone per kg. di metallo prodotto; ora le perdite non vanno oltre il 15 0/0 circa e quel consumo di carbone è ridotto di circa la metà.

Questi dati se dimostrano che si sono ottenuti degli importanti progressi, provano altresì che havvi ancora margine per ottenerne altri.

La fabbricazione dei prodotti refrattari che, come è noto, ha tanta importanza nel costo di produzione dello zinco, ha pure realizzato in questi ultimi anni nuovi progressi, e di questi si avevano interessanti notizie all'Esposizione. Ma specialmente ciò che nelle collezioni ammiravasi era la lavorazione del metallo e le recenti estese applicazioni che ad esso si sono date.

La Società *Vielles Montagne* era la sola espositrice in questo ramo della metallurgia che colle sue splendide collezioni richiamasse l'attenzione del visitatore.

Essa presentava le varie qualità di zinco delle sue officine e tutte le applicazioni possibili del metallo, nelle costruzioni civili, militari e marittime nella industria ornamentale; ed inoltre esponeva dati assai interessanti sulle varie sue miniere ed officine, sulla organizzazione amministrativa e sulle sue molteplici istituzioni filantropiche a vantaggio degli impiegati e degli operai.

Distinguevansi le seguenti qualità di zinco messe in commercio: zinco *extra puro*; zinco per fondite artistiche; zinco da galvanizzazione e zinco per leghe.

La qualità *extra puro* è una recente produzione, che derivasi da minerali speciali delle miniere di Moresnet. Impiegasi principalmente nella formazione dell'ottone destinato a far cartucce pei fucili dell'armata francese. All'analisi questo metallo non rivela più di 0.0001 di materie estranee.

Per saggio di getti artistici con imitazione del bronzo, era ammiratissima una statua di getto di oltre 3 metri di altezza di una finitezza di forme perfetta.

Come saggi di applicazioni dello zinco laminato si presentavano numerosi modelli di coperture di tetto, con varî sistemi di connessione delle lastre; diverse cornici per uso edilizio in sagome rettilinee e curve; oggetti di ornamento stampati su matrice e finalmente nel Parco una intiera palazzina di stile *Renaissance* molto ornata, tutta di zinco imitante nel modo più perfetto la pietra da taglio.

Notavansi dei modelli di applicazione delle lastre con chiodi di zinco per ricoprimento di chiglie di bastimenti, in sostituzione delle lastre di rame; Si davano indicazioni sulla nuova applicazione delle lastre di zinco sulle lastre di acciaio delle navi corazzate, per proteggere queste ultime dall'ossidazione. Le lastre di acciaio o di ferro verrebbero dapprima ricoperte di legno e su questo si fisserebbero le lastre di zinco, stabilendo delle comunicazioni fra i due metalli, onde dar luogo ad un'azione galvanica, la quale distruggendo lentamente lo zinco, preserverebbe il ferro.

L'importanza industriale della Società *Vieille Montagne* è ben messa in rilievo dai seguenti dati: La sua produzione nel 1888 fu di 62 mila tonn. di zinco metallico, che fu messo in commercio in lingotti, in lastre, in oggetti operati e allo stato di bianco di zinco.

Questa produzione derivò da 150 mila tonn. di minerale che la Società trattò nelle varie sue officine. Di questa massa di minerali 90 a 100 mila tonn. sono ricavate dalle miniere che la Società possiede e coltiva nel Belgio (Moresnet), nel mezzodi della Francia, in Algeria, in Spagna, in Sardegna, in Svevia e in Germania.

Le officine di riduzione di questi minerali sono sette: tre nel Belgio (ad Angleur, a Valentin-Coq ed a Flône); in Francia altre tre, ed una in Germania (a Oberhausen). Nelle due officine di Valentin-Coq in Belgio e di Levallois-Perret presso Parigi, viene fabbricato il bianco di zinco.

La Compagnia *Asturienne* esponeva campioni di minerali che essa coltiva a Santander in Spagna, nonchè alcuni prodotti delle sue officine di Spagna e di Douai in Francia.

La *Société des Zincs français* esercente l'officina a zinco che esiste nel Gard, ove trattansi minerali di quella regione, era pure rappresentata con diversi prodotti.

La *Società di Malfidano* esponeva una bella collezione di calamine di Sardegna.

Riguardo alla metallurgia di altri metalli comuni non stati qui ancora considerati, l'Esposizione non offriva che scarse collezioni di minerali e di prodotti di piombo, di stagno, di antimonio, di argento, di oro, ma senza dati tecnici, per modo che riusciva impossibile di rilevare le condizioni dei rispettivi processi di lavorazione.

Si può tuttavia citare qui ancora la bella collezione della Società di *Pontgibaud* pei prodotti di piombo e di argento derivati dalle due officine di Pontgibaud (Puy-de-Dôme) e di Couéron (Loire) e l'altra distinta collezione della *Société des métaux* con prodotti operati di piombo, di rame, di stagno, di argento e di leghe diverse derivati da sette importanti officine distribuite in varie regioni di Francia.

Nella fonderia di Pontgibaud si trattano le galene argentifere del Puy-de-Dôme col processo di torrefazione e riduzione e si disargentano i piombi d'opera col zincaggio e successiva coppellazione in piccolo forno inglese.

Nella fonderia di Couéron si trattano minerali di piombo argentifero di Sardegna, di Spagna e di Pontpeau in Francia, ed il piombo ricavato subisce poi diverse lavorazioni per tradursi in lamine, in tubi, in pallini da caccia, in biacca, in minio. Questa officina possiede forni di recente costruzione per la torrefazione, la riduzione, l'affinazione del piombo e pel trattamento di prodotti secondari, dei più perfezionati. La disargentazione dei piombi d'opera è anche qui eseguita col zincaggio.

È rimarchevole l'associazione nella stessa officina del trattamento dei minerali; della seconda lavorazione del metallo prodotto e di altri metalli grezzi che si acquistano. La produzione mensile dei laminatoi a piombo qui in esercizio raggiunge le 300 tonn, quella dei laminatoi per rame, per ottone, raggiunge 500 o più tonn. Il rame lavorato proviene tutto da lingotti acquistati all'estero.

Nelle officine metallurgiche della *Société des métaux* si fanno lavorazioni molto variate; si affinano metalli grezzi di diverse provenienze per tradurli in leghe e per fabbricare tubi, lamiere, oggetti ornamentali, stampati, fili, getti, robinetterie, ecc. Fra questi vari prodotti esposti si distinguevano tubi senza saldature in rame rosso, in ottone e in acciaio; cupole per distillerie, per raffinerie, per zuccherie; placche di focolare per locomotive, tubi e lastre di piombo, di stagno e oggetti ornamentati battuti in leghe diverse e in getti per svariatissime applicazioni.

Annualmente nelle sette officine della Società entrano allo stato di lingotti grezzi circa 20,000 kg. di rame, 9000 kg. di piombo, 4500 kg. di zinco, 200 kg. di stagno, oltre ad altre minori quantità di metalli diversi. La forza motrice impiegata per la lavorazione di tutti questi metalli è di oltre 3000 cavalli; il numero di operai impiegati è di 2500 circa e il consumo di litantrace e di coke ammonta a circa 50 mila tonnellate.

Preparazione meccanica.

Per completare l'esame sull'Esposizione metallurgica, sarebbe ancor d'uopo di qui riferire sulla preparazione meccanica dei minerali, che precede quasi sempre le operazioni metallurgiche propriamente dette; preparazione che, come si sa, prende molta importanza, specialmente pei minerali di piombo, di stagno, di zinco, e per diversi minerali misti, allo scopo di arricchirli, o di epurarli di sostanze nocive difficili ad eliminarsi colle fondite e torrefazioni.

L'Esposizione forniva ben pochi elementi riferentisi alla preparazione meccanica dei minerali metallici. Vi figuravano diversi apparecchi, ma tutti di tipi ben noti e comuni, ad eccezione solo di alcuni congegni per la triturazione. Fra questi meritano di venir distinti per novità e per importanza il *Ciclone* nella Sezione americana ed un tritratore a mascelle della ditta Huet e Gessler di Parigi. Questa Ditta esponeva altresì dei trommel senz'albero interno, e diversi altri apparecchi come saggio di costruzione. Fra questi ultimi si notava un crivello filtrante a due scomparti per grani secondo le comuni disposizioni, ma dotato di un congegno molto pratico e semplice per variare la corsa degli stantuffi; e uno sptz-kasten semplicissimo a corrente ascensionale.

La ditta Gresley-Oberlin nella Sezione Svizzera fra i vari apparecchi che esponeva, si notava uno sfangatore o lavatore a tavola piana fissa inclinata con palmette mobili per agitare e fare avanzare il materiale da lavarsi. È un apparecchio molto semplice e che potrà sostituirsi con vantaggio in molti casi nelle piccole laverie ai trommel sfangatori ordinari a lamiera non forata.

Nell'Esposizione americana richiamava l'attenzione un grandioso cernitore elettrico dell'Edison consistente in una potente elettrocalamita con una superficie popolare piana di oltre 2 metri di lunghezza, davanti alla quale si faceva cadere uno strato sottile di minerale magnetico in modo continuo. La deviazione dalla verticale della parte magnetica di questo minerale, al passaggio davanti la calamita faceva dividere il medesimo nella caduta in due colonne verticali che si potevano raccogliere separatamente. Così senza più ricorrere a commutatori, a spazzole mobili, ad organi di rotazione, si otteneva la separazione della magnetite dalla ganga in modo continuo.

Altri cernitori elettrici si esponevano pure nella Sezione Svizzera, ma senza che vi si riscontrassero pregi speciali o novità.

Come esempio di recenti impianti di preparazione meccanica completa, molto bene disposto, si distingueva nella Sezione

Francese quello della miniera di Villeder in Bretagna pei minerali di stagno. e un disegno di *Stuice* perfezionato, dei signori Guilloimni-Tavayre pel lavaggio di alluvioni aurifere che fu da poco stabilito a Granata, con dati dei risultati con esso ottenuti.

Il Trituratore a mascelle della ditta Huet e Geycler suaccennato, rimpiazzerebbe i cilindri trituratori ordinari e si presterebbe per tritare materie in grani ed anche in sabbie. Consiste in due mascelle a superficie cilindriche convesse che si combaciano lungo una generatrice rettilinea e corrispondenti a due settori o spicchi di cilindri ordinari di triturazione. Una di queste mascelle è fissa, l'altra riceve un movimento oscillatorio in due sensi: di rotazione intorno all'asse orizzontale del cilindro di cui è parte la mascella, e di spostamento di questo asse nel senso verticale, parallelamente a se stesso. Ne deriva che le materie da tritursi messe fra le due mascelle subiscono compressione con strisciamento. Questo doppio movimento, come si sa, fu già sperimentato negli ordinari cilindri trituratori, ma nel nuovo congegno l'azione triturante sarebbe assai più efficace, come risultava dai dati esposti. Inoltre la facilità di modificare ad arbitrio il movimento di traslazione e la semplicità di tutto il congegno, deve rendere questo trituratore per sabbie e polveri molto apprezzato in pratica.

Il *Ciclone* è un altro apparecchio trituratore fondato su un nuovo principio di triturazione imitante il fenomeno dell'uragano atmosferico prodotto da due forti correnti contrarie di aria. Esso apparecchio obbliga la materia a tritursi rimanendo sospesa entro una cassa metallica in un turbine d'aria ivi creato dall'incontro di due correnti d'aria aspirate in due opposte direzioni da due orifizî aperti nelle pareti della cassa stessa. I grani di materia così sospesi si frantumano in sabbie e polveri per il cozzo ripetuto che avviene fra di loro e contro le pareti della cassa finchè, ridotti alla minutezza voluta, passano attraverso una maglia e sono spinti dalla corrente in apparecchio classificatore. La materia viene data in

modo continuo da un distributore nella cassa di triturazione, dove girano a grande velocità due grossi pezzi elicoidali, fissi all'estremità di due alberi convergenti, passanti pei due fori pei quali l'aria viene aspirata come nei ventilatori ordinari.

Questo curioso apparecchio tritratore, ha già molte applicazioni in America e lo si poteva vedere in funzione in un'officina di Parigi per la triturazione di cementi, di cereali e di altre materie variatissime. Si esponevano polveri finissime di quarzo, delle pietre calcari, scisti argillosi e perfino minute sabbie di sughero e di cuoio state ottenute nel nuovo apparecchio.

Nella preparazione meccanica il ciclone verrebbe a sostituire i pestelli e le macine, ed avrebbe su questi il pregio di essere meno ingombrante, di poter regolare meglio la grossezza degli elementi di polveri o di sabbie e di non richiedere acqua, senza peraltro che presenti inconveniente la materia inumidita.

Riassumendo sulla preparazione meccanica dei minerali si può dire che i principî razionali posti dal Rittinger e le regole pratiche che dai medesimi si sono dedotte, hanno stabilito ormai una formola generale per questa lavorazione.

È la classificazione per grossezza adottata pei grani e per le sabbie e la classificazione per equivalenza adottata per le sabbie finissime, che formano ora la base di tutte le preparazioni meccaniche, aventi per scopo finale la separazione delle materie per densità.

Il grado di perfezione a cui si è giunti negli apparecchi per queste operazioni, non permette più ormai d'introdurre nei medesimi delle innovazioni di seria importanza, e tutte le laverie meccaniche si veggono ora costrutte sullo stesso tipo e funzionano con gli stessi apparecchi per ciascuna categoria di lavorazione a secondo del grado di grossezza degli elementi della materia a trattarsi. Per la triturazione sono adottati in generale i frangitori a mascelle i cilindri i pestelli e più di raro le macine; per la classificazione le griglie piane, i trommel, le casse a punte semplici ed a corrente ascensionale seguiti questi ultimi da laberinti e infine per la separazione per den-

sità i crivelli meccanici, i crivelli filtranti, le tavole fisse, le tavole giranti od a scosse.

Non è che in quest'ultimi apparecchi a *schlamm* dove avviene di riscontrare delle varietà di disposizioni di qualche importanza, ma tutti però sono sempre basati sugli stessi principii fondamentali.

La sola variazione che avviene di trovare nelle diverse laverie meccaniche è il rapporto fra i limiti estremi di grossezza dei grani di ciascuna delle categorie in cui viene divisa la materia sulle griglie di classificazione, e la determinazione di tale rapporto è motivata esclusivamente dalla natura delle materie che si hanno da separare. Le altre differenze riscontrabili nelle diverse laverie non consistono essenzialmente che nella estensione più o meno grande data a certe categorie di operazioni o nella soppressione di altre, secondo il modo di disseminazione delle parti metalliche utili nella ganga, e secondo il grado di arricchimento e di finitezza che si vuole ottenere nei prodotti.

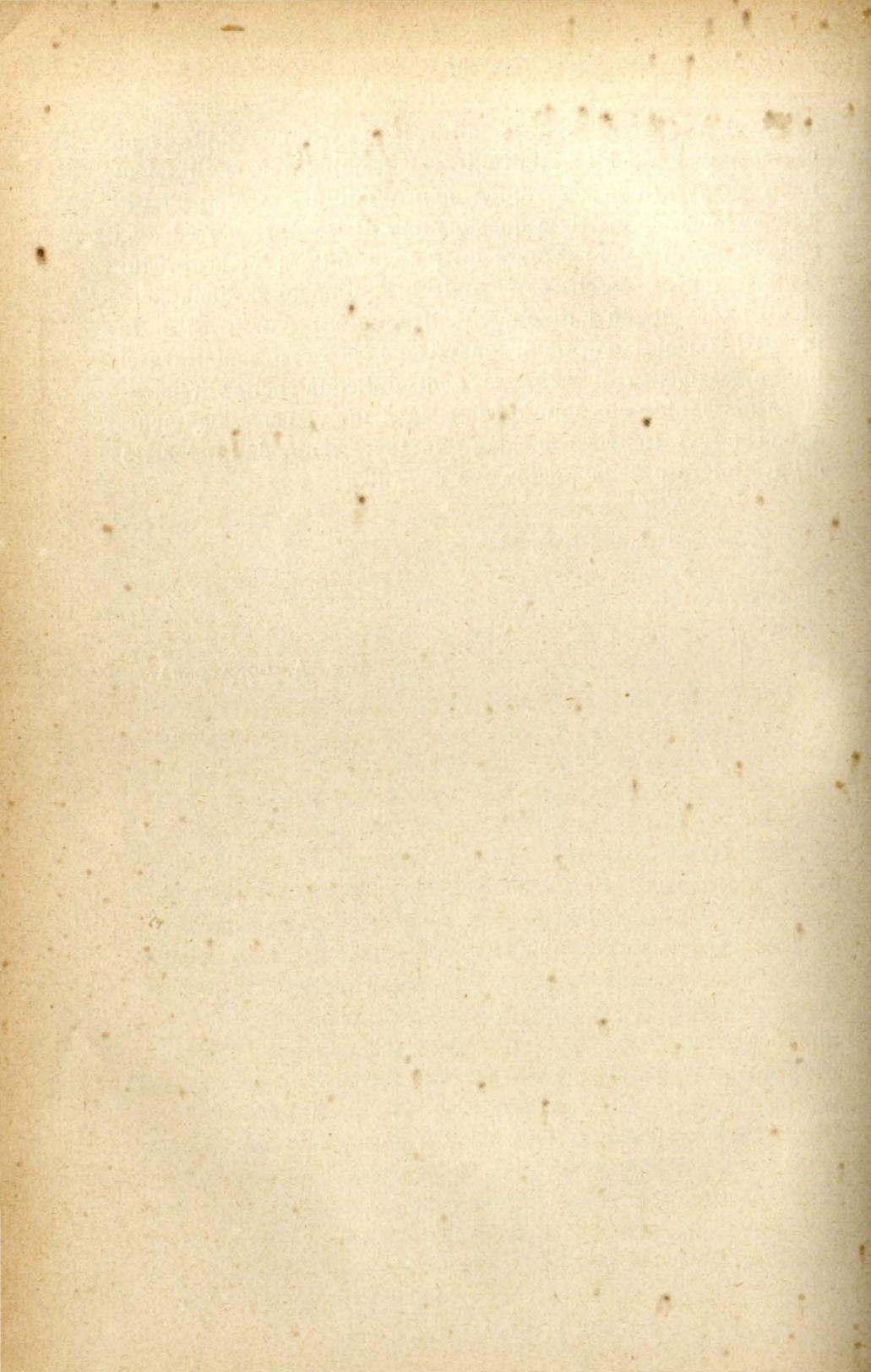
Benchè la preparazione meccanica abbia raggiunto grandi perfezionamenti, i risultati però che da essa si hanno in molti casi sono ancora molto imperfetti, se consideransi le perdite di parti metalliche che sovente dà luogo, quando si debbono arricchire di molto certe materie minerali (sabbie o fanghi). Per questi casi, il principio della separazione per differenza di densità non è più a rigore sufficiente da solo, e le diverse disposizioni, apparecchi e soprattutto di quelli per l'arricchimento dei fanghi e delle sabbie minute non soddisfano ancora del tutto allo scopo. Ciò è dovuto ad un complesso di cause variabili in ciascun caso e inerenti alle variate forme dei minuti granelli componenti il miscuglio, alle forze di adesione fra di essi, ed all'impossibilità di una rigorosa classificazione per volume o per equivalenza.

Rimane pertanto ancora incompleta la risoluzione generale del problema della preparazione meccanica delle materie minute, ad onta degli ingegnosissimi apparecchi che a tal uopo si sono inventati. Questo problema però interessa più specialmente l'industria mineraria, per l'utilizzazione di minerali a bassissimi tenori di metalli di elevato valore unitario.

Se col progredire della metallurgia si avranno sempre meno esigenze di arricchimenti di minerali e quindi più facilitazioni nella preparazione meccanica non diminuirà mai pertanto d'importanza industriale questo ramo di lavorazione, ed esso non cesserà di essere sempre un potente fattore della produzione metallica, perchè se si arricchirà di meno si domanderà di utilizzare di più i giacimenti di minerali poveri. Si avrà in altri termini col perfezionarsi dei processi metallurgici uno spostamento di esigenze e di difficoltà nella preparazione meccanica che spingerà questa a nuovi perfezionamenti e con nuovi indirizzi a maggior incremento dell'industria delle miniere e della produzione metallica.

Torino, dicembre 1889.

Ing. A. BONACOSSA.



LA TECNOLOGIA MECCANICA

all'Esposizione Universale di Parigi nell'anno 1889

Ricordi del prof. CESARE THOVEZ

Un fatto constatato per tutte le esposizioni internazionali, si è l'incremento nell'ampiezza dei locali e nella quantità degli oggetti esposti; ma mentre il contenente andò sempre migliorando per vastità, eleganza ed arditezza nelle costruzioni, il contenuto invece se per quantità ne seguì l'andamento ascendente, per qualità non progredì con pari proporzione. Questo fatto è del resto naturale; perchè i progressi non possono essere così continui ed estesi per tutte le industrie; d'altra parte la facilità delle comunicazioni fa sì, che da un'esposizione alla seguente, molte delle invenzioni non sono più novità, perchè ebbero tempo a spandersi ed a farsi conoscere. L'estensione sempre crescente dei locali venne resa necessaria dall'indirizzo dalle esposizioni; per essi non è più la novità sola che i fabbricanti presentano, ma bensì tutta la loro produzione. Questo indirizzo se ha l'inconveniente di accrescere enormemente la quantità degli oggetti esposti, ha però il vantaggio che non vi sono solamente frutti di serra; cioè oggetti preparati per l'esposizione, ma bensì la produzione corrente. Questa grande

esibizione di oggetti, utilissima per dare un'idea della qualità e potenza della produzione, rende però assai difficile il lavoro di esame, sia dal punto di vista del progresso che da quello della novità. L'esposizione di Parigi nel 1889 superò tutte le altre per vastità e grandiosità degli edifizi e malgrado l'astensione di varie nazioni ed il tenue concorso di altre, la massa dei prodotti era così enorme, da rendere impossibile di poter esaminarli un po' minutamente. Difficoltà ancora accresciuta dalla distribuzione degli oggetti della stessa classe in locali diversi e sparsi per tutta l'esposizione.

Dei numerosi rami della tecnologia non ho avuto tempo ad occuparmi che di quelli che riguardano i metalli, i legnami, le pietre e le industrie tessili: premesse quindi alcune considerazioni generali, passerò a ricordare quei prodotti che per novità o per progresso mi parvero meritevoli di nota speciale.

Metalli di prima e seconda lavorazione.

Mentre le industrie meccaniche, che dipendono dalla metallurgia per la provvista della materia prima, erano già arrivate un vent'anni addietro ad un alto grado di sviluppo e di perfezione, essa aveva invece camminato assai lentamente. Si erano bensì migliorati gli antichi procedimenti, ma la qualità dei prodotti era molto limitata, e la costanza nelle proprietà loro era ancora una rara pertinenza di alcune poche provenienze.

La lotta che si accese e che continua tuttora fra le corazze ed il cannone fu di grande impulso al progredire: il bisogno di aver metallo ognor più resistente ed in grandi masse fece sì che abbandonati gli antichi procedimenti, altri nuovi se ne inventarono non più puramente empirici, ma fondati su dati scientifici. Si studiò la composizione chimica del metallo, e la influenza potente che certe sostanze estranee anche in quantità minima hanno sul medesimo: e procedendo con metodo, paragonando cioè la composizione del metallo colle proprietà del medesimo desunte da esperienze, si arrivò a perfezionare le qualità. Nuovi procedimenti escogitati permisero non solo di ottenere metallo con qualità determinate, ma di ottenerlo in

grandi masse. Tuttavia questo passo nella via del progresso non era ancora sufficiente; giacchè se la composizione chimica ha molta influenza, le condizioni fisiche in cui si effettua la elaborazione della massa metallica, cioè la temperatura della fusione, della colata, della fucinatura, cottura e ricottura, ed il modo di eseguire le operazioni ne hanno una non minore. All'analisi chimica si aggiunse quindi lo studio fisico, onde precisare i limiti più convenienti di temperatura, nei diversi stadii della lavorazione. Egli è in grazia di questi procedimenti guidati da principii scientifici e controllati coll'esperienza, che oggidì si hanno tante qualità diverse di metalli, aventi proprietà definite ed adatte ciascuna alle diverse esigenze; egli è in grazia di essi che oggidì un fabbricante può incaricarsi di fornire p. e. un acciaio con proprietà, cioè di tenacità, elasticità, malleabilità, durezza non solo precisate in numeri fra limiti ristrettissimi ma ancora di fornire in grandi masse e di qualità costante. L'industria metallurgica che per l'addietro aveva camminato assai lentamente nella via del progresso, percorse così in breve tempo un tratto notevole, e continua in questo rapido avanzamento. Fra tutte le industrie meccaniche, eccettuata l'elettricità, è forse quella che ha fatto maggiori progressi. Egli è quindi naturale che all'esposizione fosse largamente e riccamente rappresentata, sia per la varietà dei prodotti e loro perfezione; sia per le enormi loro masse; e ciò malgrado lo scarso contributo delle nazioni estere; ma i fabbricanti francesi vollero far vedere i progressi realizzati anche in Francia in quest'industria e colle grandiose e ricche collezioni esposte credo che vi riuscirono perfettamente. Troppo a lungo sarebbe l'enumerare singolarmente i prodotti esposti dalla nazione francese per dimostrare sia la fabbricazione sistematica, e la bontà della materia, sia la potenza dei mezzi d'esecuzione. Collezioni di acciai al Cromo, al tungsteno; durissimi, destinati agli utensili che richiedono durezza eccezionale o che non si possono temperare: collezioni di acciaio fuso, distinti in tanti numeri secondo le loro proprietà intrinseche e meglio adatti ai diversi usi cui sono destinati; acciai Bessemer, Siemens, Martin-Thomas, i saggi erano rotti per mostrare la

finezza della grana, ed accompagnati dai risultati sperimentali sulla tenacità e duttilità: poi ferri sagomati di tutte le forme e dimensioni. A questi campioni della materia prima facevano compagnia i prodotti lavorati: ricordo solo per la fonderia di Chatillon e Commentry fra gli altri oggetti, varie corazze di acciaio colla impronta lasciata dai proiettili a cui avevano resistito; un laminatoio capace di lavorare piastre di 1.80 di spessore con disposizione particolare negli alberi di trasmissione per mantenere il loro parallelismo malgrado questo scarto enorme nella distanza dei cilindri: uno shrapnel d'acciaio tirato da un disco in 13 passaggi e poi schiacciato a pieghe con una regolarità geometrica; fatto che dimostra la perfetta omogeneità e duttilità della materia.

La fonderia di Forchambault aveva una collezione di oggetti per meccanica di grandissime dimensioni in acciaio colato come alberi a gomito, alberi per elici, ecc.

La fonderia di Saint Chamond un tubo per cannone fucinato su spina di 6,50 metri di lunghezza e 0,80 di diametro interno e 0,10 di spessore; stupendo saggio di fucinatura. La fonderia di Anzin et Dessain fra le altre cose aveva regoli di 15 millim. di spessore ravvolti ad elica a freddo senza che presentassero alcuna screpolatura; ruote dentate di acciaio colato perfette.

Firminy, una collezione fili di acciaio per pianoforti, di cui uno di millim. quadrati 2,7 teso da una palla ogivale di 780 chilogrammi e quindi con una resistenza superiore a chilogrammi 288 per millimetro quadrato. Acciai al cromo per utensili da lavorare la ghisa bianca e l'acciaio temperato; acciaio fuso classificato in sette numeri di tenacità decrescente da 110 a 35 chilogrammi per millimetro quadrato e duttilità crescente da 5 a 35 0/0. Fra i getti di ghisa merita ricordo per difficoltà di lavorazione un pezzo di tubo di 1.80 di diametro con innesto di derivazione dello stesso diametro esposto dalla fonderia di Pont-à-Musson. Il signor Farcot di Saint Ouen espose una collezione ben graduata di pompe centrifughe in 10 numeri a grandezze diverse; ma il pezzo più interessante era il modello al naturale di una delle pompe che funzionano all'impianto idraulico di Katsabeh per sollevare l'acqua del

Nilo per irrigazione; questa pompa ha un diametro di circa 7 metri; essa è un bel saggio di formatura eseguito con procedimento che descriverò in appresso. Un'altra collezione interessante come fondita è quella della *Société de construction de Batignolles*: fra i diversi generi di lavori da questa esposti eravi una serie ben graduata di 14 grandezze di pulsometri: quello che ha il n.° 14 ha metri 2,45 di altezza, 1,93 di larghezza, 1,41 di profondità, ed è un bel saggio di formatura e fusione.

In generale si può dire che oggidì non vi hanno più difficoltà pei getti di ghisa, sia riguardo alla massa che alla complicazione del getto.

Fra le collezioni di altri paesi faceva bella mostra quella dei fabbricanti di Birmingham; i cui fucili sono rinomati per la solidità e precisione. Oltre alle armi il signor Webley esponeva una collezione dimostrativa di tutte le operazioni per cui passa la fabbricazione di ogni pezzo di un revolver: p. e. pel solo tamburo eranvi 26 operazioni diverse — ogni pezzo poi è calibrato con una precisione tale che l'errore è minore di 1/10 di millimetro. Questa collezione è una bella dimostrazione della divisione del lavoro.

Meno numerose erano le collezioni degli altri metalli: Importanti quella di Eschger e Ghesquier di Parigi, di tubi di rame, ottone, tombacco, saldati e stirati; essa valeva a dimostrare la grande duttilità dei metalli impiegati ed i potenti mezzi di lavorazione; perchè tutti i pezzi erano di dimensioni colossali; come esempio un tubo di rame di 10 metri di lunghezza e 0,40 di diametro. Fra i metalli moderni, importanti erano le esposizioni di alluminio; questo metallo che allo stato puro alla lucentezza accoppia la proprietà della leggerezza, ha poi il merito di unirsi con altri metalli, dando luogo a leghe che, a seconda dei componenti, hanno la proprietà del colore brillante dell'oro e la tenacità dell'acciaio o la duttilità del rame. La Società metallurgica francese espone una bella collezione di alluminio puro ed in leghe col rame, collo stagno, col ferro. La Società inglese *Alliance Company* presentava un cubo di alluminio di 500 chilogrammi di peso al titolo 98 0/10.

del valore di 25,000 lire, attorniato da leghe di alluminio con acciaio, col bronzo; ed oggetti fucinati, stampati e trafilati.

Queste collezioni dimostrano lo sviluppo che ha preso l'impiego di questo metallo, particolarmente per le sue leghe ricercate nell'industria per speciali applicazioni; e questo in grazia del ribasso del prezzo dovuto a perfezionamento dei processi per la sua preparazione.

Un metallo o meglio una lega affatto recente, e che ha subito acquistata una grande importanza per le notevoli sue proprietà è il metallo delta. Chiamasi così una lega di ferro, fosforo, zinco e rame, inventata alcuni anni or sono dal signor Dik svedese. La fabbricazione di questa lega consiste nel comporre anzitutto una lega di fosforo di ferro e zinco, quindi unire questa col rame. Le proporzioni dei componenti è variabile tra limiti abbastanza estesi cioè da 55 a 25 di lega fosforo di ferro e zinco, per 45 a 75 di rame: variando le proporzioni variano le proprietà della lega risultante. Il delta ha una densità circa di 8.4 ed il punto di fusione a 950°, il suo colore è di un bel giallo d'oro, oppure giallo-roseo; esso prende un bellissimo pulimento e diventa lucidissimo; qualità che conserva perchè ha la preziosa proprietà di resistere all'ossidazione: da esperienze comparative sopra sbarre di ferro, acciaio, e delta, tenute per 6 mesi immerse nell'acqua solforosa di una miniera, si ebbe per risultato che il ferro perdè il 46,3 0/0, l'acciaio 45.4, il delta 1.03. Questa resistenza all'ossidazione lo rende assai prezioso nella costruzione di scafi per battelli marini e per la costruzione di parti di macchine che vengono a contatto con acidi. Essendo molto fluido quando è fuso, esso riempie bene le forme, ed i getti riescono di una grande finitezza; i pezzi ottenuti colla fusione hanno una tenacità eguale a quella del ferro cioè da 25 a 40 chilogrammi per millimetro quadrato.

Esso è duttile e malleabile a freddo ed a caldo; al color rosso scuro si lavora come il ferro; i pezzi foggiate a caldo presentano una tenacità da 40 ai 60 chilogrammi per millimetro quadrato; foggiate a freddo una resistenza da 50 a 60 chilogrammi ed una duttilità di 30 a 10 0/0. In grazia della

sua duttilità a caldo il delta si può stampare facilmente, ed i pezzi ottenuti collo stampo riescono così finiti da non richiedere più alcun lavoro. Questa proprietà di lasciarsi stampare a caldo, dà al delta un grande vantaggio sul bronzo ed analoghe leghe di rame che a caldo sono fragili; perchè con esso si può ottenere con uno stampo una grande quantità di oggetti assolutamente eguali l'uno all'altro; inoltre i pezzi stampati sono scevri assolutamente dei difetti che non sempre si possono evitare in quelli semplicemente gettati; e nel medesimo tempo rappresentano il massimo di resistenza.

In grazia delle sue qualità il delta si adatta da solo a lavori pei quali s'impiegano riuniti assieme diversi metalli come per certi oggetti di finimento di fabbrica in cui s'impiega il ferro per la resistenza ed il bronzo per la parte ornamentale. Le applicazioni sono svariatissime, come lo dimostrano le due esposizioni della Società Anonima francese del metallo delta, l'una nella classe dei prodotti, l'altro nella marina: sbarre sagomate, lamiere, tubi: graticole, guancialette, catene, scalmi, elici, candelabri ed altri pezzi di getto: tiranti, chiavarde, alberi a gomito, ancorotti, aste da stantuffo fucinate: chiavi da serratura, da macchine, ralle, dadi, martelli, ruote dentate ottenuti collo stampo.

Dalla varietà degli oggetti esposti; dalla loro finitezza, emergono le preziose qualità di questa lega; così che è facile prevedere che essa prenderà una parte importante nell'industria meccanica.

Un'analogha e ricca collezione era pure presentata dalla Società Inglese Delta.

Chiuderò questi cenni sul delta col ricordare che da poco, grazie all'intelligente iniziativa di un grande industriale della Liguria, il sig. Bombrini, anche in Italia si è fondata, non è molto, una Società per la fabbricazione del delta; la quale impiantò a Cornigliano presso Genova un grandioso opificio; alla nuova industria auguro prospera fortuna, perchè emanciperà i nostri arsenali e gli stabilimenti privati dal ricorrere all'estero per questi prodotti.

Fra i prodotti singolari meritano di essere ricordati le sbarre

e fili di rame con anima di acciaio, lavoro del sig. Tourneur di Parigi; la diversa duttilità dei due metalli rende la trafilatura di tali sbarre assai difficile e richiede molta abilità per poter riuscire.

Numerose e molto interessanti si presentavano le collezioni di oggetti per finimenti di fabbrica e per l'interno delle abitazioni; comprendesi sotto il nome di finimenti quell'immenso e svariata serie di oggetti di metallo, come cancellate, inferriate, balaustre, mensole per fanali, picchietti, targhe, cerniere per porte, cremonesi per finestre, saliscendi, ecc., ecc. Di questi oggetti eranvi delle collezioni ben complete in vari stili, ricche per ornamentazione, molto bene lavorate sia dal lato artistico che dal lato tecnico: giacchè alla bellezza del disegno accoppiavano solidità e finitezza di esecuzione.

Sarebbe desiderabile che in Italia s'impiantasse una fabbrica di tali finimenti disegnati con quel gusto che gli antichi artefici italiani sapevano imprimere ai loro lavori (e che gli stranieri sanno così bene copiare); alla correttezza dei disegni unendo un'esecuzione accurata, quale si può ottenere oggidì coi mezzi meccanici, si potrebbe così eliminare tutti quei modelli che oggidì sono in uso, detestabili per gusto, per rozzezza di esecuzione e mancanza di solidità, mentre si arricchirebbe l'Italia di un'industria moderna, si contrasterebbe l'importazione estera, che va annichilendo l'industria esistente in molte vallate delle Alpi, che coi suoi antichi procedimenti non può reggere alla concorrenza.

Anche le collezioni di arte industriale erano se non numerose però assai ricche di oggetti, i quali per la finitezza del lavoro dimostrano a qual grado di perfezione sia giunta questa industria di produrre statue, vasi, candelabri e simili oggetti di genere artistico, in ghisa e bronzo ad un prezzo relativamente basso. In questo genere spiccavano le esposizioni delle fonderie, di *Val de l'Osne*, dei signori *Barbadienne Dalifol Thiebaut*, ecc. Più di tutte numerosa era la collezione dei bronzi giapponesi, che per la varietà degli oggetti, per la stranezza della forma attiravano la curiosità dei visitatori.

Esaminati dal punto di vista tecnico, lasciando da parte

ogni apprezzamento artistico, questi oggetti, per la difficoltà che presentano e per la finitezza del lavoro sono stupendi; e non si può a meno di riconoscere che gli operai Giapponesi sono superiori agli Europei.

Arredi delle abitazioni. — Comprendesi sotto questo nome un'infinità di oggetti diversi occorrenti agli usi della vita: numerose e copiose ne erano le collezioni in metallo; in generale si osserva una tendenza decisa a sostituirlo al legno e alla ceramica, ed a soddisfare a tutte le più minute esigenze della vita, sia per comodità che per igiene, tanto nel genere ricco che in quello a buon mercato.

Tubi flessibili. — Fra i prodotti in metallo lavorati, meritano speciale menzione, perchè sono una novità, i tubi flessibili esposti dal signor Legat di Parigi e dalla *Flexible metallic tubing Company* di Londra e dal Menier di Five-Lille. Questi tubi sono composti di tanti anelli di metallo, rame, ottone, acciaio, bronzo, i quali in sezione longitudinale hanno la forma di un S, e sono aggruppati l'uno sull'altro mediante il risvolto più o meno lungo, secondo i generi di tubi; questi anelli non sono disposti sulla sezione retta del tubo, ma un po' obliquamente, cosicchè invece di circolari sono ellittici. Fra la ripiegatura di un anello e quella del seguente, che è ad esso aggruppatto, havvi interposto un anello di gomma elastica o di amianto. Gli anelli metallici sono risvoltati ed aggruppati l'uno sull'altro di mano in mano che si fabbrica il tubo; essi servono per condotta di acqua, di gas o di vapore sia a bassa che ad alta pressione, e se ne costruiscono resistenti alla pressione di 70 cg. per cm. q. e col diametro da 6 a 100 mm. Questi tubi terminano con un anello filettato, che si può adattare alle prese, oppure con un giunto snodato a tenuta di pressione; essi sono di grandissima utilità in tutti quei casi, in cui due organi che si devono collegare con un tubo non sono fissi di posizione l'uno rispetto all'altro. Alla esposizione fra le altre eravi un'applicazione per collegare assieme i tubi del freno Westinghouse fra due vagoni.

UTENSILI E MACCHINE UTENSILI

Numerose e svariate erano le collezioni di utensili e macchine utensili: in quanto agli utensili si osserva una tendenza alla specializzazione, creandone dei nuovi particolarmente adatti a certi lavori onde soddisfare ai bisogni delle diverse industrie. Nelle macchine utensili si rileva una tendenza a sostituire l'acciaio al ferro, onde alleggerirle e nel medesimo tempo renderle più robuste. Un fatto ben deciso è l'estensione dell'uso della fresa in tutte le operazioni in cui è possibile; infatti non solo numerose erano le macchine unicamente a fresare, ma anche le macchine ordinarie, come la pialla, la limatrice, il trapano, il tornio sono disposte in modo da lavorare sia col l'utensile ordinario che colla fresa. La semplicità della fresa permettendo l'impiego degli utensili multipli molte macchine sono combinate in modo da poter eseguire i diversi lavori richiesti da un oggetto, senza essere obbligati di toglierlo di posto. La produzione in grande quantità di oggetti assolutamente eguali, portò alla costruzione di macchine speciali capaci solamente di un genere di lavoro. Mentre però da una parte si tende a specializzare dall'altra si fa il rovescio, si cerca di adottare una macchina a più funzioni diverse: e ciò si rileva più particolarmente nelle macchine da lavorare il legno. Queste tendenze opposte si spiegano abbastanza facilmente se si osserva che le prime sono dirette alla grande industria in cui è conveniente e possibile la divisione del lavoro, mentre le seconde sono più specialmente destinate alla piccola industria, nella quale non essendovi sufficiente lavoro per mantenere in movimento tante macchine diverse, havvi necessità di far economia nell'impianto riunendo diverse macchine in una sola, la quale coi diversi lavori che così essa è capace di eseguire non rimanendo oziosa, può pagare l'interesse del suo costo. Una

altra tendenza che si è svolta in questi ultimi anni, ed era ben dimostrata nelle macchine esposte, si è quella di munirle di apparecchi che permettono di aggiustarvi sopra rapidamente il pezzo da lavorare, invece di impiegare come si faceva generalmente, e come si fa ancora in gran parte colle macchine antiche, delle semplici grappe o chivarde, il che richiede molto tempo per collocare e fermare l'oggetto esattamente.

Consistono questi apparecchi in sopporti collegati colla macchina e muniti di morso, di viti, di piani inclinati ed altri meccanismi disposti in modo da ricevere facilmente e tenere il pezzo da lavorare; mentre poi essi potendo ricevere diversi movimenti, permettono di presentarlo all'utensile nel modo più conveniente e sicuro, senza che l'operaio sia obbligato di provare e riprovare. Un altro fatto che si osserva è l'allargamento dei limiti fra i quali sono comprese le dimensioni di uno stesso tipo di macchine così p. e. per i torni a partire da quelli d'orologeria che quasi si nascondono nella mano, si arriva per una serie sempre crescente a quei torni colossali, impiegati per le macchine marine e per i cannoni, come p. e. quello esposto da Greenswood e Batley, presso il quale l'operaio scompare come se fosse un pigmeo.

In generale in tutte le macchine utensili si rileva un progresso nel proporzionare meglio le diverse parti e nel ridurre la forma a quei tipi che l'esperienza ha dimostrato migliori, abbandonando quelle forme che solo la smania di fare diverso, poteva spingere a tirar fuori. Come per tutti i generi dei prodotti che a lato di quelli di qualità superiore se ne hanno poi di qualità inferiore, così pure per le macchine utensili, mentre si avevano delle collezioni stupende per la forma e finitezza delle macchine, in altre poi queste si mostravano goffe e mal proporzionate nelle parti, e di una lavorazione scadente: questi prodotti che sono designati col nome di articolo d'esportazione, trovano facile esito nella piccola industria in grazia del minor prezzo.

Venendo più particolarmente agli oggetti esposti molto numerose erano le collezioni di utensili, alcune limitate a certe specialità, altre più generiche: per varietà di prodotti spiccava

la mostra dei fratelli ^{Peugeot} ~~Pugnot~~, fabbrica da molto tempo assai rinomata; fra i diversi oggetti esposti merita speciale osservazione una sega a nastro lunga 37 metri, larga 0,25; le difficoltà che per le sue dimensioni presenta nella lavorazione, specialmente nella tempera onde riesca uniforme, richiedono un'abilità non comune o mezzi d'opera speciali.

Un'altra collezione estesissima e svariata di utensili era esposta dalla ditta Goldenberg di Zornhoff dell'Alsazia; per finitezza di lavoro gli utensili di questo fabbricante sono superiori a quelli degli altri; e se all'apparenza estrinseca corrisponde anche la bontà intrinseca essi meritano certamente il primo posto.

Oltre a queste erano esposte molte altre collezioni speciali di utensili, notevoli per finitezza, per quanto si poteva giudicare dall'aspetto, come lime, martelli, tassi, ecc., ma non presentavano novità.

Fra le collezioni di macchine utensili due specialmente meritano di essere ricordate. Quella del Bariquand di Parigi di macchine utensili di precisione specialmente destinate alla fabbricazione delle armi; cioè torni, fresatrici, trapani, macchina a tagliar le ruote dentate, a fabbricare le saette elicoidali da trapano, ecc., ottimamente studiate e che alla precisione e finitezza accoppiano molta eleganza nella forma. L'altra collezione, esposta in un padiglione speciale, è quella della Società Stenlen di Mulhouse. Questa comprendeva ogni genere di macchine utensili di media e piccola grandezza: per l'eleganza della forma, per lo studio con cui sono combinate, per la finitezza e precisione dell'esecuzione, queste macchine sono veramente rimarchevoli e costituivano il miglior assortimento dell'esposizione. Sono in genere macchine appartenenti a tipi conosciuti; ma con molti perfezionamenti nei particolari, diretti a rendere la macchina di facile impiego, automatica e lavorante con tutta la precisione che si può desiderare.

A proposito delle macchine utensili devo ancora ricordare l'incremento che va prendendo l'uso del porta utensile, poichè di quest'organo vari erano gli espositori. Lo scopo del porta-utensile si è di far economia d'acciaio e di mano d'opera. In

gran parte delle macchine destinate ad intagliare il metallo, l'utensile è costituito da una sbarra d'acciaio; un'estremità della quale è foggjata in modo da terminare in un cuneo il cui spigolo è formato da due faccie che fanno fra di loro un angolo determinato; dipendente dalla natura del metallo da intagliare e dal modo di agire dell'utensile; il cuneo deve poi fare colla superficie che deve intaccare un piccolo angolo che dicesi d'incidenza: onde soddisfare a queste condizioni l'estremità della sbarra deve essere colla fucinatura distesa, ed assottigliata ed in molti casi incurvata: ora l'utensile dovendo spesso venir arrotato finisce per perdere la forma ricevuta; occorre perciò di rimetterlo nel fuoco e fucinarlo di nuovo; l'acciaio portato così ripetutamente nel fuoco finisce per alterarsi e perdere della sua bontà. Dall'uso di tale utensile si hanno due danni; il primo perchè si tiene un capitale che non rende proporzionatamente al suo valore, poichè eccetto l'estremità, il resto della sbarra non facendo che l'ufficio di sostegno, potrebbe essere di ferro cioè di minor valore; in secondo luogo questo capitale non solo non rende adeguatamente, ma di più esso deperisce. Si aggiunge ancora a ciò, che l'utensile richiede una manutenzione non trascurabile dovendo essere ripetutamente fucinato e con molta precisione arrotato. Ad evitare questi svantaggi, il celebre Babage propose di fare d'acciaio soltanto l'estremità: prendendo una sbarra diritta avente una sezione circolare, triangolare oppure trapezia, e di breve lunghezza, di sostenere poi questa sbarra con un braccio da fissarsi all'organo della macchina sul quale si ferma l'utensile ordinario; questo braccio è foggjata in modo da presentare l'utensile alla faccia da intaccare secondo un angolo d'incidenza determinato. Con questa disposizione l'utensile non ha più bisogno di essere fucinato ma soltanto di essere arrotato; di acciaio non se ne fa che una piccola parte perchè il braccio si fa di ferro; esso è perciò di minor valore e serve indefinitamente.

I porta utensili presentati all'Esposizione da costruttori inglesi ed americani, hanno la stessa forma precisa colla quale furono mezzo secolo fa proposti dal Babage.

Il porta utensile in Italia ha stentato lungamente a penetrare nell'uso, e da pochi anni e solo in qualche officina che esso è impiegato; malgrado l'economia di materia e di mano d'opera che esso realizza; in Inghilterra invece e negli Stati Uniti oggidì comincia ad essere largamente adoperato. Questo fatto è un esempio della difficoltà che anche le cose buone incontrano ad essere accettate nella pratica.

Macchine per la fucinatura.

Fra i diversi rami della lavorazione dei metalli la fucinatura è quella che finora aveva meno profittato dell'aiuto delle macchine, giacchè eccetto che nella lavorazione dei grandi pezzi, quelle impiegate finora si riducevano al maglio ed alla macchina a stampare: oggidì però anche pei piccoli lavori cominciano ad entrare nell'uso alcune macchine, che hanno per scopo di facilitare le operazioni e di far risparmio di mano d'opera; come p. e. quella che serve a saldare i cerchioni delle ruote. Il signor Dosme (di S. Amand-Cher) esponeva una macchina per la fucinatura di pezzi comuni: consiste in un'incudine sulla cui tavola stanno due morse, una delle quali fissa di posizione e l'altra mobile: esse servono a tenere ferma la spranga quando si ha solo bisogno di batterla, o saldarla. Quando invece si vuole incurvarla si mette in movimento la morsa mobile la quale trasportandosi in direzione conveniente, obbliga il ferro ad incurvarsi; questa macchina presenta il vantaggio che l'operatore non è obbligato a tenere la sbarra colla mano ed è più libero per maneggiare il martello; che si può con essa esercitare maggior compressione che non colle sole tanaglie. Quando si vuole saldare, le due parti sono tenute ferme meglio che non colle sole mani e la martellatura riesce più efficace. Queste incudini del Dosme sono fabbricate con varie dimensioni, nelle piccole il movimento alle morse è dato colla mano; nelle grandi invece per mezzo di un motore apposito, oppure dalla trasmissione dell'officina; esse sono di costruzione semplice e solida quale si conviene al lavoro cui devono applicarsi. Le macchine di cui sopra si è fatto cenno hanno soltanto per

scopo di aiutare o sostituire la mano dell'uomo senza che il procedimento antico di lavorazione sia variato.

Nella Sezione degli Stati Uniti era esposta in azione una macchina da foggatura fondata su un procedimento pressochè nuovo. I lavori di foggatura vennero fin qui eseguiti secondo i tre procedimenti di martellatura e laminatura o stampo: il signor Simonds di Fichtburg nel Massachusset ne immaginò un quarto, cioè il *rotolamento*: e su questo principio ideò e costruì la sua macchina. Questa consiste in due robuste slitte disposte verticalmente, oppure orizzontalmente, l'una in faccia all'altra: una di esse è fissa di posizione l'altra invece si può spingere contro la prima; per modo che un oggetto posto fra le due può venir compresso: le due slitte possono poi ricevere un movimento di traslazione alternativo nel loro piano però in senso inverso, l'una dall'altra; le due faccie delle slitte che si guardano sono armate di piastre d'acciaio che si possono cambiare; esse costituiscono le due superficie lavoranti. Se ora supponiamo p. e. che le due piastre siano a superficie piana, collocando fra esse una palla irregolare di ferro o di acciaio scaldata al rosso, e mettendo in movimento le due slitte succederà che mentre una piastra tenderà a far rotolare la palla in un verso, l'altra tenderà invece a rotolarla in senso opposto, essa girerà perciò su di se stessa, senza trasportarsi: succede cioè come quando si frulla fra le mani un pezzo di pasta o di argilla plastica. Girando così attorno un asse il quale trovasi ad egual distanza dalle due superficie rotolanti la palla poco a poco verrà a prendere la forma cilindrica: spingendo la slitta mobile contro quella fissa, il cilindro di ferro verrà compresso, andrà quindi diminuendo di diametro crescendo invece in lunghezza. La pallottola informe per effetto del movimento delle due piastre sarà così trasformata in cilindro. In questo fatto, che la materia è obbligata a prendere un movimento di rotazione sopra un asse che trovasi ad egual distanza fra le due superficie rotolanti e che conservasi immobile, cosicchè essa è obbligata ad assumere la forma di un solido di rivoluzione, è fondato il procedimento del signor Simond's.

Se invece di superficie piana s'impiegano due piastre in cui sia scavato nel senso longitudinale, che è anche quello del loro movimento, una scanalatura semicilindrica, collocando la pallottola di ferro fra queste due scanalature, per causa del movimento delle piastre, essa sarà obbligata a rotolare fra di esse. La pallottola nella parte che viene a contatto colle scanalature viene a prendere la forma di un toro; il cui diametro dipende dalla distanza delle due piastre: se ora queste vengono avvicinate sino a sfiorarsi, allora la pallottola girerà attorno ad un asse che è il diametro del circolo costituito dal profilo delle due mezze scanalature; la forma che prenderà il metallo sarà quindi sferica. Supponiamo ora che in ciascuna delle piastre sia incavato un mezzo stampo il cui profilo trasversale sia eguale al profilo longitudinale di una vite; e che questo stampo a partire dall'estremità delle piastre in cui il profilo è completo vada crescendo di profondità: coll'avvertenza che i due stampi siano invertiti di posizione in quanto alla profondità. Ponendo fra le due piastre una verga di ferro nel punto in cui i due stampi presentano la massima distanza, movendosi le piastre in senso contrario essa sarà obbligata a rotolare fra esse, e siccome la distanza dei due stampi va diminuendo essa sarà forzata a riempire completamente lo stampo, cosicchè arrivate le piastre all'estremità della corsa siccome in questo punto i due stampi si trovano alla minima distanza, quella corrispondente al profilo della vite, la sbarra ne avrà presa esattamente la forma, e sarà così foggjata a vite.

Con piastre apposite si possono così foggiare non solo i solidi di rivoluzione, ma anche dei solidi che non sono simmetrici attorno ad un asse. Infinita è la quantità di oggetti che si possono così foggiare ed in una sola corsa delle piastre. Questo procedimento ha il vantaggio che la foggjatura facendosi rapidamente e mentre il metallo è caldo, e non avendo tempo a raffreddarsi, esso è meno stiracchiato, soffre meno nella lavorazione, e conserva così le sue qualità. La macchina che funzionava all'esposizione era di piccola mole ma lavorava perfettamente pollotte, viti, sfere ed altri oggetti: costrutta con maggiori proporzioni essa è capace di produrre oggetti di dimensioni considerevoli.

Il procedimento di foggatura per rotolamento del signor Simonds è una delle novità dell'Esposizione e darà luogo ad un nuovo ramo di industria.

Formatrice Farcot.

Per la sua ingegnosità ed utilità merita di essere ricordata la formatrice del Farcot, da questi impiegata per fabbricare le forme dei gusci delle sue pompe centrifughe di cui sopra si è fatto cenno.

Il guscio di queste pompe è un rimarchevole lavoro di formatura sia per la sua ampiezza, come pel mezzo impiegato nell'eseguirlo: esso ha la forma di un canale anulare avente per direttrice una spirale e per generatrice un arco di curva elastica, il quale va crescendo di ampiezza di mano in mano che si allontana dal centro del guscio, perchè la sezione del canale va crescendo dal principio, cioè verso il centro sino alla periferia. Questa forma venne eseguita con sagoma; e siccome in causa della spirale era necessario trasportare la detta sagoma a distanza dal centro, ed inoltre per causa della sezione variabile del canale dovendosi accrescere lo sviluppo della sagoma, questa non poteva essere rigida e costante; il Farcot ricorse ad un ingegnoso quanto semplice meccanismo.

In un albero, infitto verticalmente sul suolo della fonderia, a una certa distanza da terra è centrato e fisso un disco, sul quale sono intagliate due scanalature a spirale. Al disopra del disco è calzato sull'albero un manicotto girevole attorno ad esso e sostenuto da un anello fisso all'albero: questo manicotto porta un braccio orizzontale il quale serve di guida ad un'asta pure orizzontale, che alla sua estremità verso il palo è armata di un piuolo che entra in una delle scanalature; all'estremità esterna di quest'asta è attaccato il capo di una lama flessibile di acciaio, disposta col lato maggiore nel senso orizzontale: l'altro capo della lama è raccomandato ad un anello scorrevole lungo l'asta e portante un piuolo che entra nella seconda scanalatura. Facendo girare il manicotto attorno al palo, l'asta gira anch'essa attorno al medesimo e nello stesso

tempo il suo piuolo guidato dalla scanalatura la spinge all'infuori; l'estremità dell'asta viene così a descrivere una spirale. Contemporaneamente la lama flessibile che scorre sulla terra preparata per la formatura, traccia nella medesima un solco pure a spirale: ma questo solco deve avere le sezioni crescenti, perciò il piuolo della scorrevole, a cui è attaccato un capo della lama, col girare dell'asta va muovendosi nella seconda scanalatura spirale spingendo fuori la lama, cosicchè il gozzetto da questo formato all'estremità dell'asta andrà pure crescendo: si ottiene così collo spostamento dell'asta e della lama un canale a spirale con sezione crescente. Questo procedimento di formatura è molto ingegnoso, semplice e sicuro; ed ho creduto opportuno di ricordarlo essendo suscettibile di altre applicazioni.

Società della Ferrovia Centrale Belga.

Fra i molti e variati oggetti essa presentò un piccolo tornio portatile, per ritornire i perni delle manovelle esterne degli assi delle locomotive.

Il sopporto o banco della macchinetta ha la forma di una corona che si centra sul perno e si fissa al braccio che la porta per mezzo di chiavarde. Su questa corona havvi una guida circolare che serve a tenere una slitta circolare centrata sul sopporto, essa può quindi scorrere e girare attorno al perno: questa slitta ha il contorno dentato e per mezzo di una ruota dentata che imbecca con esso e di una manovella maneggiata a mano riceve il movimento di rotazione. Sull'anello o slitta mobile è fissato il porta utensile, il quale oltre al movimento di traslazione circolare che riceve dall'anello ne ha poi un'altro di traslazione parallelamente all'asse di rotazione: l'utensile nel suo movimento di rotazione attorno al perno, la tornisce in giro, ed in grazia del movimento di traslazione lo lavora per tutta la sua lunghezza. Questa macchina è una riduzione in piccolo di quei torni colossali impiegati per tornire gli orecchioni dei grandi cannoni.

Essa è utilissima quando si ha bisogno di ripassare un perno che non si può smontare da una macchina per metterlo sul tornio.

Morsa parallela Parkinson.

Dacchè comparve la prima morsa parallela del Sellers, molte furono le disposizioni diverse che si escogitarono. Questa del Parkinson alla solidità, sicurezza ed ampiezza di corsa, accoppia anche facilità di manovra.

Una delle ganasce fa parte del sopporto; in essa è praticata una camera, nella quale è incassato il braccio scorrevole che porta l'altra ganascia. Questo braccio scorrevole porta una vite di egual lunghezza del braccio: alla sua estremità anteriore è attaccato il solito manubrio per farla girare: questa vite attraversa una madre vite divisa in due parti alloggiata in una nicchia del sopporto fisso: se la madre vite è aperta, la vite non imboccando può scorrere liberamente avanti ed indietro; in questo caso il braccio a cui essa è annessa e per conseguenza la ganascia anteriore può avvicinarsi od allontanarsi dalla posteriore: se invece la madre vite è chiusa, allora la vite non può scorrere e facendola girare apre o serra le ganasce di quella piccola quantità necessaria per stringere o liberare l'oggetto. La vite è comandata per chiuderla ed aprirla da un'asta a sezione quadrata pure portata dal braccio mobile che scorre in un occhio di un pezzo sporgente inferiormente dalla madre vite: facendo rotare di una piccola quantità l'asta per mezzo di un bottone, questa con un bocciuolo che trovasi calzato su di essa, agisce sull'occhio dell'appendice della madre vite e l'apre: una molla ad elica ravvolta sull'asta obbliga questa a stare sempre nella posizione che chiude la madre vite: ed è solo quando si vuole far scorrere la ganascia, che agendo sul bottone si apre la madre vite. Per conseguenza questa è sempre in presa, eccetto quando si vuole far scorrere il tappo mobile di un lungo spazio onde cambiare l'apertura della morsa. Questa morsa è solida e permette una larga apertura ed è di facile maneggio.

Macchine da arrotare le seghe.

Il grande impiego che oggidì si fa delle seghe nella lavorazione del legname rende necessario di poterle aguzzare con prestezza e precisione : a questo scopo si impiegano macchine delle quali alcune sono completamente automatiche, altre invece richiedono l'aiuto dell'operaio. Queste ultime consistono essenzialmente in un disco di smeriglio dotato di grandissima velocità di rotazione, il quale morde la lama : il disco è poi montato sopra un'intelaiatura equilibrata che permette di dare al medesimo diverse inclinazioni, onde poter seguire il profilo del dente da arrotare. Questo movimento di traslazione è comandato dalla mano dell'operaio nel quale si richiede molta abilità onde ottenere un dente ben fatto, essendo assai facile di guastarlo. Questo sistema è conveniente quando si tratta di seghe a grossa dentatura, o con dente a profilo curvilineo. L'altro sistema che è completamente automatico è più adatto per aguzzare le seghe a denti rettilinei e di minor grossezza ; l'organo lavoratore è una lima portata da un'intelaiatura mobile : essa attacca il dente o normalmente o obliquamente, e terminata la corsa si solleva per ritornare indietro senza lavorare : ad ogni colpo di lima la sega è fatta avanzare di un dente da un nottolino. Numerose erano le macchine ad arrotar seghe sia dell'uno che dell'altro sistema ; credo dover ricordare quella del Martinier di Vinay (Isère) nella quale il movimento d'avanzamento della lama da arrotare invece di essere all'indietro, facendo cioè camminare il dente a ritroso, come nelle macchine ordinarie, si fa invece in avanti, ed ha questo vantaggio che la lima nel suo movimento porta via la sbavatura che si forma sul vertice del dente precedente. La lima è dotata di un movimento complesso, che imita quello che gli imprimerebbe l'operaio limando a mano ; la traslazione ossia avanzamento della lama si può regolare secondo l'ampiezza del passo della sega. La macchina è completamente automatica ed una volta avviata non si arresta che al termine del lavoro, quando cioè tutti i denti sono passati. Questa mac-

china fa un bel lavoro, ma come le altre congeneri lavora piuttosto lentamente.

Compagnia americana per la fabbricazione delle viti a Providence (Stati Uniti).

Questa Società ha presentato delle viti da legno fabbricate con un nuovo procedimento, e le macchine impiegate nella loro lavorazione. Queste viti differiscono da quelle generalmente in uso per la natura del metallo, per la forma e pel procedimento seguito nella loro lavorazione. Il ferro impiegato è quello detto omogeneo, che a tenacità accoppia anche molta duttilità: e siccome questa qualità di ferro perde molto della sua tenacità nei lembi se viene tagliato, perchè ivi si screpola da sè, perciò queste viti non sono intagliate, ma sono fabbricate con stampo e laminatura.

In quanto alla forma è mestieri ricordare che nelle viti fabbricate col sistema ordinario il gambo ha un diametro eguale a quello del verme, e la parte filettata ha un diametro minore di questo; per conseguenza bisogna fare il foro con due succhielli di diametro diverso, l'uno per la parte filettata, l'altro più grosso per la parte liscia del gambo, perchè altrimenti, se il foro ha il diametro della parte liscia del gambo, il verme non fa presa: se più piccolo, allora il verme morde bensì nel legno, ma il gambo tende a spaccar questo. Le viti fabbricate col nuovo sistema invece, hanno il verme di un diametro maggiore che quella del gambo: in grazia di questa forma la vite penetra facilmente tutta nel foro; perchè se questo permette l'entrata alla porzione del gambo che è filettata, lascerà pure passare quella liscia, avendo amendue lo stesso diametro: ed il legno non essendo sforzato non vi ha pericolo di spaccarlo; il verme poi essendo tutto in presa nel legno, la vite rimane più fermamente imprigionata. Queste viti sono poi foggiate a punta, per cui penetrano più facilmente nel legno. Il procedimento per fabbricare queste viti è il seguente: tagliato il filo di ferro della lunghezza conveniente, è introdotto per una parte della sua lunghezza in una specie di chio-

daia ove riceve un primo colpo, che rintuzzando il metallo lo obbliga a rigonfiarsi ad una piccola distanza dall'estremità: un secondo colpo dilata questa in modo che viene quasi a riempire l'imboccatura della chiodaia che è svasata a cono: il terzo colpo obbliga il metallo a prendere esattamente la forma di questa, ed in pari tempo stampa sul piano della testa una cavità, la quale serve poi per introdurre il cacciavite: questa cavità non protraendosi sino al lembo della testa, fa sì che questa non è indebolita, e può quindi resistere allo sforzo del cacciavite senza schiantarsi o guastarsi; a differenza di quanto succede nelle viti comuni nelle quali il taglio andando da un lembo all'altro indebolisce la testa, per cui facilmente questa si rompe. Foggiata la testa, lo stelo è portato al laminatoio, che consiste in due piastre piane rettangolari di cui le faccie che si guardano sono intagliate da solcature inclinate rispetto al lato superiore delle faccie: queste solcature hanno una profondità crescente da un estremo all'altro; il cannello che separa una scanalatura dall'altra, ad un'estremità è a spigolo vivo, cosicchè può penetrare nel metallo; ma in seguito è smussato e diventa piano; questa superficie piana va allargandosi sino all'altro estremo; le scanalature hanno una lunghezza eguale allo sviluppo del verme della vite. Le due piastre infine sono dotate di un movimento alternativo di traslazione l'una in senso inverso dell'altra. Lo stelo presentato fra le due piastre ad una estremità di esse è preso ed obbligato a rotolare fra loro; la parte della solcatura che è a spigolo vivo penetra nel metallo sino alla profondità del verme respingendolo e facendolo rigonfiare fra un cannello e l'altro: effetto che è continuato e condotto a termine della porzione delle piastre in cui i cannelli sono a faccia piana, in modo che il metallo è obbligato a riempire le solcature. Quando lo stelo è arrivato rotolando all'estremità della parte scanalata delle piastre la vite è terminata: queste si aprono e la lasciano cadere in un canale che la conduce fuori. La macchina fa tutte le operazioni automaticamente; riceve il filo di ferro e restituisce delle viti. A provare la bontà delle viti di sua fabbricazione la Compagnia espose una raccolta di viti contorte

in tutte maniere senza che siano rotte o screpolate. Questo nuovo genere di vite è bene studiato sia per la forma, che per il procedimento della fabbricazione, il quale è un'applicazione del sistema Simond's.

Scalpello meccanico del signor Mac-Coy.

L'invenzione fatta dall'ing. Sommeiller delle perforatrici per la scalpellatura dei fori da mina per il traforo delle Alpi, mentre da una parte ha dato origine all'invenzione di altre perforatrici destinate ad uno scopo simile, ha dall'altra dato origine all'invenzione di macchine analoghe destinate ad un uso assai diverso. Questa nuova applicazione assai curiosa è dovuta a dentisti americani, i quali idearono delle perforatrici minuscole destinate alla lavorazione di scalpellatura dei denti in bocca alle persone. Il pregio di queste macchinette si è la loro piccolezza, e la facilità di impiegarle in tutte le direzioni. Quella presentata all'Esposizione dal sig. Mac-Coy è un perfezionamento della scalpellatrice Dennis. Essa è costituita da un cilindro cavo ad un'estremità connesso con un tubo che vi conduce l'aria compressa a 2 o 3 atmosfere; all'altra estremità è connesso il porta scalpello. Nel cilindro havvi uno stantuffo il quale può ricevere la pressione su una o sull'altra delle due faccie mediante un cassetto di distribuzione assai ingegnoso loggiato nella testa stessa dello stantuffo; questo per effetto della pressione riceve un movimento rapidissimo di va e vieni; ad ogni corsa viene a battere sulla testa dell'utensile, spingendolo fuori della guida in cui scorre: il movimento di esso è però rallentato da una molla che la testa del porta utensile nell'uscire va comprimendo; appena succeduto il colpo la molla reagisce e lo scalpello è respinto indietro.

Il cassetto è disposto in modo che una piccola massa d'aria rimane imprigionata tra lo stantuffo ed il fondo del cilindro, sia da una parte che dall'altra; questa massa fa da cuscino affinché lo stantuffo non venga ad urtare i fondi: la testa dello stantuffo che contiene nel suo interno il cassetto di distribuzione porta intagliate delle scanalature, che mettono il cassetto

in relazione o colla condotta d'aria o coll'atmosfera; queste scanalature servono pure a mantenere fra la testa dello stantuffo e la parete del cilindro, un sottile strato d'aria la quale fa da lubrificante, cosicchè non si ha bisogno di ungere la superficie sfregantesi. La velocità si può regolare per mezzo di un bottone che si manovra con un dito della mano che tiene l'istrumento.

L'inventore assicura che l'utensile fa più di 10000 oscillazioni al minuto. È difficile apprezzare il più o il meno di questa cifra; ma quel che è certo si è che l'istrumento cammina con velocità grandissima come dimostra il ronzio che esso produce e la continuità del lavoro che esso fa. Le dimensioni dell'utensile variano secondo il genere delle applicazioni: il più piccolo pesa 250 grammi ed ha un diametro di 12 mm. ed una lunghezza di 100 mm.; il maggiore invece ha un peso di 10 chilogrammi ed un diametro di 150 mm. ed una lunghezza di 500 metri. Quest'utensile che si faceva vedere a scolpire, sulla ghisa, sull'acciaio e sul marmo, può, in grazia della gran facilità di far variare la velocità fra limiti assai estesi, eseguire lavori con grande delicatezza e precisione. Esso può oltre alla scultura venire impiegato alla cesellatura artistica ed a quella delle caldaie, ed alla lavorazione delle pietre e marmi.

Saldatura dei metalli.

Due generi di saldatura attiravano l'attenzione: una è quella presentata dal sig. Lafitte di Parigi per saldare ferro su ferro, ferro su acciaio e acciaio su acciaio; questo modo di saldatura benchè già in uso in alcune officine da qualche anno, per la sua semplicità ed utilità merita di essere più ampiamente conosciuto.

Nel procedimento di saldatura fin qui impiegato allo scopo di avere ben terse, le superficie che si fan combaciare, e scevre di ossido, si cospargono le medesime con borace il quale formando coll'ossido di ferro una scoria fusibile, facilmente viene espulsa colla martellatura, lasciando così le superficie da saldarsi ben nette.

Ma è difficile ottenere completamente quest'intento perchè il borace fondendo, bolle e molte volte sfugge dalla superficie del metallo senza combinarsi coll'ossido; per conseguenza la saldatura riesce imperfetta.

Ad evitare questo inconveniente il sig. Lafitte fa uso di una tela metallica di fili di ferro impiastrata dalle due parti di una pasta di borace: il modo di usare questa tela è il seguente: si taglia un pezzetto di questa dell'ampiezza della saldatura che si vuol fare: quindi scaldate le estremità delle sbarre da saldare, si pone la tela su una delle faccie disposte per la saldatura, e sopra di essa, la faccia dell'altra sbarra: comprimendo l'uno sull'altra; quando il borace per effetto del calore si fonde, si martella sopra la saldatura, dapprincipio leggermente, poi nella maniera ordinaria per saldare. Con questo procedimento la saldatura si fa perfetta e con molto maggior sicurezza che non col procedimento comunemente usato.

Da esperienze eseguite negli arsenali di Cherburg e Tolone, questa saldatura presenta una tenacità superiore alla ordinaria ed il metallo perde molto meno di duttilità.

Saldatura elettrica.

Era questa una delle novità dell'Esposizione, presentata dalla *Société pour le travail du métaux avec l'électricité* e dalla Società Americana *Electrical Metal Ve'ding Company*.

Ciascuna delle sbarre da saldare è presa in una morsa; di queste una è fissa, l'altra mobile in modo che può essere avvicinata alla prima, cosicchè la sbarra che essa porta può essere spinta e premuta contro la sbarra fissa. Si fa arrivare una corrente elettrica la quale riscalda le due estremità del metallo portandole al bianco: spingendo la sbarra mobile contro la fissa si obbligano le due estremità a saldarsi assieme; per flusso si adopera il borace. Per determinare la temperatura conveniente oltre al metodo del colore del metallo incandescente, si può pure far uso della resistenza che esso oppone all'avvicinamento delle due sbarre. La pressione generalmente produce un ingrossamento nella sezione di saldatura, ma questo

è sotto il controllo dell'operatore, e con metalli come il ferro e l'acciaio può essere ridotto colla martellatura mentre il pezzo è ancor caldo; questa se applicata con criterio, migliora la condizione dello stato fibroso del ferro. L'uso della pressione e del calore, ha il vantaggio che permette di determinare con precisione la più alta temperatura alla quale la fusione può essere fatta; e per conseguenza si ha minor pericolo di bruciare il metallo. Dalle esperienze eseguite risulta che la saldatura ha una resistenza del 90 0/0 di quella del metallo, quindi di poco inferiore. Questa saldatura ha poi ancora il vantaggio di permettere di saldare metalli preziosi e leghe senza introdurvi impurità e senza guastare il pezzo fuori della parte saldata; ha il vantaggio della rapidità e pulitezza di lavoro, e della facilità di saldare oggetti di forma irregolare e di difficile maneggio per riscaldarli e unirli; infine ha ancora il vantaggio di localizzare l'arroventamento. La saldatura elettrica è soprattutto conveniente per saldare fili, anelli, tubi, catene e simili oggetti senza fine; per la costruzione e riparazione di utensili, particolarmente quando si tratta di saldare acciai di natura diversa.

La saldatura è applicabile al ferro, all'acciaio col ferro, all'acciaio Bessemer, all'acciaio fuso con acciaio fuso, al rame, all'ottone, all'ottone con ferro, ferro con rame.

Le due Compagnie espositrici oltre alle esperienze che facevano quotidianamente, esponevano ancora collezioni di oggetti saldati con varie forme.

Quest'invenzione dovuta al Thomson è ora al principio delle sue applicazioni, ma è facile a presumere che esse saranno numerose.

Esposizione collettiva delle Associazioni francesi dei proprietari di caldaie a vapore.

Sono circa 25 anni che in seno della Società di Mulhouse sorse l'idea di un'Associazione avente per scopo di meglio conservare le caldaie a vapore e prevenirne le esplosioni. In conseguenza dei benefici risultati da essa ottenuti sorsero ana-

loghe istituzioni dapprima nei centri industriali della sponda destra del Reno, ed in Francia, e poi in molti altri paesi.

Le Associazioni francesi riunite fecero un'esposizione collettiva di pezzi di caldaie alcune scoppiate, molte altre salvate in grazia delle visite fatte dagli ispettori delle rispettive Associazioni. Questa interessantissima collezione era illustrata da un volume comprendente i rapporti degli ispettori sulle condizioni delle caldaie e sulle cause che avevano determinato la esplosione in alcune; ed il deterioramento in altre che furono salvate in grazia dell'ispezione per parte degli ingegneri della Società. È una raccolta molto istruttiva che dovrebbe essere studiata da tutti i proprietari di caldaie in Italia affinché edotti delle molteplici e diverse cause esiziali, che tendono alla distruzione di esse, si persuadessero della necessità di una manutenzione accurata per conto loro, e di una intelligente vigilanza esercitata da persona abile e coscienziosa: mentre così conserverebbero per più lungo tempo i loro apparecchi, eviterebbero in gran parte quei terribili disastri, che oltre ai danni economici portano il lutto in tante povere famiglie.

Oltre all'accennata relazione sugli scoppi delle caldaie la benemerita Associazione francese pubblicava pure una monografia comprendente gli studi e le numerosissime esperienze che da varî anni a questa parte si vanno facendo in Europa ed America sulle proprietà meccaniche dei metalli sia a freddo che a temperatura elevata, onde fornire una guida pratica ai costruttori meccanici pel migliore e più sicuro impiego di esse. Questa monografia non è già una raccolta arida di tavole e dati numerici, ma bensì un vero studio della proprietà dei metalli, delle diverse maniere di sperimentarlo, nonchè di tutte quelle cause che intervengono a modificarle. Quest'opera pregievolissima è lavoro del sig. Ing. Cornut, ispettore capo dell'Associazione, il quale si è già acquistata una ben meritata fama per molti altri lavori di ingegneria industriale.

Esposizione di apparecchi per prevenire gli accidenti nelle fabbriche.

Assai interessanti erano queste collezioni presentate da varie Società. Questa filantropica istituzione è anch'essa una delle tante creazioni benefiche delle quali la Società Industriale di Mulhouse fu iniziatrice. Gli intelligenti industriali di quel gran centro manifatturiero ben comprendendo che il lavoro in mezzo ai pericoli è meno proficuo, e che un operaio mutilato non è soltanto un milite di meno sul campo del lavoro, ma un disgraziato di più ai molti che già pur troppo vi sono, fondarono un'Associazione collo scopo di ricercare tutte le cause possibili di accidenti nelle fabbriche, ed i mezzi onde prevenirli, ed affinché tutti i paesi potessero usufruirne diedero al lavoro di essa un'estesa pubblicità.

Questa Associazione poi persuasa che l'azione del Governo per sua natura coercitiva, se fino ad un certo punto può valere per i casi più noti, non può avere efficacia per eccitare alla ricerca di fatti e mezzi nuovi, essa con premî stimolò il genio inventivo dei pratici per la creazione e attuazione di tutti quei mezzi atti a prevenire le disgrazie. L'esempio dato dalla Società di Mulhouse venne imitato in molti altri centri industriali in Francia, Inghilterra, Svizzera e Germania.

Risultato di tutto questo lavoro furono istruzioni precauzionali sull'uso delle macchine e creazione di apparecchi intesi a difendere l'operaio non solo contro i pericoli accidentali, ma ancora da quelli provenienti da trascuratezza od imprudenza dei medesimi.

Le collezioni comprendevano saggi di molti fra i numerosissimi mezzi escogitati e sanzionati dalla pratica, applicati alle trasmissioni, alle macchine di filatura, alle segherie, ecc. Mezzi che salvarono già migliaia di persone. Questo sentimento filantropico di prevenire le disgrazie ha gettato così profonde radici e venne così compreso, che i costruttori di macchine non solo le presentano munite degli apparecchi di salvaguardia, ma ne fanno oggetto di citazione speciale a favore delle medesime.

ARGILLE E PIETRE

Le Esposizioni di oggetti d'argilla per impiego nelle costruzioni, nell'industria e nell'uso casalingo erano assai numerose e rimarchevoli sia per la varietà dei generi esposti che per la finitezza della loro lavorazione.

Dall'esame di questi prodotti si riconosceva un progresso sia per l'accuratezza nella scelta e preparazione delle terre che nella loro formatura e specialmente nella loro cottura regolata con molta attenzione per modo che oltre ad essere uniforme non altera la forma degli oggetti.

Le collezioni di macchine per l'impasto e formatura delle argille erano assai numerose, ma non si avevano tipi nuovi; si osservava però in generale un notevole miglioramento nella loro costruzione e nella loro forma; che sono più corrette, giacchè non hanno più l'aspetto grossolano che pel passato avevano, e le parti loro sono meglio proporzionate e lavorate. Fra le diverse collezioni spiccava appunto per questo riguardo quella del sig. Delahai di Tours, le cui macchine da impastare e quelle per formare mattoni, tegole, quadrelle e pezzi sagomati, alla necessaria robustezza accoppiavano una certa eleganza e semplicità nella forma accompagnate da accurata esecuzione.

Pietre. — Numerose erano le collezioni di pietre impiegate nelle costruzioni, cioè arenarie, marmi, graniti, ecc.: ed attiravano specialmente l'attenzione le tavole di enormi dimensioni presentate da case francesi e belghe.

La lavorazione delle pietre si fa ancora in gran parte a mano, giacchè eccetto per la segatura è solo da poco tempo che venne introdotta la lavorazione meccanica; ed essa è ancora poco diffusa e conosciuta. Questa lavorazione comprende la segatura con lame multiple, la piallatura per ottenere superficie piane,

bassi fondi, specchi, ecc., la sagomatura per ricavare superficie sagomate, la foratura per praticare incavi od intagli, ed infine la tornitura per oggetti di rivoluzione, come balaustri, colonne, ecc. e la levigatura per dare alla superficie l'aspetto lucente. Queste macchine vennero in principio applicate alla lavorazione delle pietre teneri ed è solo in questi ultimi anni che il lavoro si estese a quello delle pietre dure, come per esempio i graniti. La lavorazione meccanica non avendo ancor preso grande sviluppo, è naturale che essa fosse debolmente rappresentata all'Esposizione; infatti poche erano le macchine esposte: alcune pialle, seghe ed una macchina a levigare.

Fra le seghe attirava l'attenzione quella senza fine del Gerard. Finora nella segatura meccanica delle pietre eransi impiegate le seghe rettilinee alternative, ma le seghe a nastro malgrado molti tentativi non avevano dato buoni risultati, per la difficoltà di fabbricare dei nastri d'acciaio che resistessero a questo lavoro senza rompersi. Il sig. Gerard risolse la questione, e la sua sega resiste benissimo alla lavorazione segnando blocchi sino a 2 metri di altezza e di 4 metri di lunghezza e più. La penetrazione per ora di lavoro della sega, come risulta da esperienze fatte, è dai 3 ai 5 metri nelle pietre tenere, di 0,10 a 0,16 nei marmi e di 0,030 a 0,025 nei graniti duri. Il costruttore reclama per la sua macchina diversi vantaggi. 1° La superficie tagliata che riesce pulita e levigata e questo invero si riconosceva dall'esame delle faccie tagliate le quali erano piane, continue e levigate, senza presentare quei risalti che generalmente si riscontrano nel taglio fatto colle seghe alternative. Un secondo vantaggio reclamato è quello della maggior produzione con minor costo. Certamente se, come fa il costruttore, si fa il confronto tra la sega a nastro, ed una sega alternativa ad una sola lama, egli è certo che la sega a nastro ha il vantaggio di una maggiore produzione perchè essa cammina con una velocità molto superiore e perchè adoperando i due tratti di nastro si fanno due tagli contemporaneamente. Ma questo paragone non è corretto, perchè colla forza di 4 cavalli che il costruttore impiega per la sua sega a nastro, si può muovere una sega alternativa con 10 o 12 lame

e per conseguenza il lavoro fatto da questa anche camminando più lentamente, sarà sempre assai superiore a quello della sega a nastro. Questa sega ha quindi il vantaggio di fare un taglio più pulito e di poter segare superficie curve, ma in quanto a produzione non solo non è superiore, ma è certamente inferiore a quella della sega alternativa a lame multiple.

Segatura con corda. — Questo procedimento era esposto nella Sezione Belga della *Société du fil helicoidal*, ed era una delle novità più importanti in fatto di macchine utensili: esso era presentato con un impianto grandioso atto a dimostrare tutti i vantaggi di questo nuovo procedimento di segatura delle pietre, applicato sia alla cava per estrarre i massi, che in cantiere per sezionarli. Finora la segatura delle pietre era ed è ancora eseguita con una lama d'acciaio smussata e senza denti la quale non ha altro scopo che di far scorrere sulla pietra dei granelli di sabbia i quali sono i veri agenti che incidono la pietra; per pietre tenere si impiega sabbia grossolana, per le dure sabbia fina. Questa sabbia va lavata e poi setacciata affinchè i granelli abbiano tutti uguale grossezza. Colla sabbia si lascia pure colare un filo d'acqua, la quale rende meno ruvido lo sfregamento, ed impedisce il riscaldamento della lama. Alcuni anni or sono il signor Gay immaginò di sostituire alla lama, il cui scopo è quello di far correre i granelli di sabbia, un filo d'acciaio a sezione quadrata, torto sopra se stesso (dove il nome di filo elicoidale) e saldato ai due capi in modo da formare un anello continuo: la forma ad elica del filo facilitava il trascinamento della sabbia aumentando così l'azione abrasiva. In seguito però edotto dall'esperienza l'inventore sostituì al filo semplice, delle corde di fili d'acciaio. Le cavità molteplici che essa corda presenta e la loro forma a cuneo aumentano d'assai la presa della corda sui granelli di sabbia, a paragone di quanto succedeva col filo semplice, per modo che l'abrasione di essi sulla pietra è assai maggiore. Le corde impiegate sono di un diametro variabile secondo la durezza delle pietre da 3 a 7 millimetri; la lunghezza della corda quando si lavora sul cantiere è di 180 a 190 metri. Questa lunghezza venne indicata dall'esperienza, essa

esercita un'influenza favorevole per la durata della corda, diminuendone il riscaldamento ed il logoramento, perchè un punto qualunque della corda non ritornando a lavorare che dopo un certo lasso di tempo, il metallo ha tempo di raffreddarsi e per ciò resiste meglio al lavoro senza consumarsi. La corda prima di presentare logoramento può segare da 40 a 50 mq. di superficie di pietra di media durezza. La velocità impartita alla corda varia secondo il genere di lavoro, e l'esperienza ha dimostrato che pei lavori alla roccia, la più conveniente è di 4 metri per secondo; e per lavori in cantiere di 4,25 pel taglio semplice e di 4,5 per la corda a tratti multipli da tagliare le tavole. Con questa velocità si ottiene una penetrazione all'ora di 10 a 12 centim. nelle pietre e marmi del Belgio sopra massi da 3 a 4 metri di lunghezza; nei gres graniti e porfidi la penetrazione è ancora di 3 a 4 centim.: nel marmo bianco di 30 a 32 centim. La forza necessaria per una sega da roccia che fa un sol taglio, è di circa 2 cavalli con un consumo di 200 kilog. di sabbia al giorno. La spesa per le corde non è punto rilevante. La corda di 8 millimetri di diametro del peso di 165 grammi per metro corrente costa nel Belgio 35 lire i 100 kilog.; quella di 5 1/2 del peso di 145 grammi costa 35 lire; quella di 5 millim. del peso di 125 grammi 39 lire e quella di 3 1/2 millim. del peso di 65 grammi 41 lire.

In caso di rottura, accidente che succede di rado, la corda si rinnova con un'impiombatura lunga 1,50 al più. All'Esposizione sulla spianata degli Invalidi era presentato un impianto completo per far vedere le due disposizioni di lavoro sul cantiere e quello sulla cava.

Nella disposizione sul cantiere la corda senza fine, ad un estremo passa sopra una puleggia motrice ed all'altro sopra una puleggia portata da carretto tenditore: nello spazio fra i due havvi l'apparecchio per la segatura, questa consiste in due colonne fisse nel terreno: ciascuna delle quali porta in cima una puleggia a gola fissa di posizione, girevole solo col sopporto onde potersi orientare nella direzione della corda. Lungo ciascuna colonna poi può scorrere un manicotto che porta una seconda puleggia: questo manicotto è comandato

da una vite verticale parallela alla colonna, e che riceve il movimento di rotazione dell'asse della puleggia superiore; cosicchè la puleggia inferiore può venire lentamente abbassata.

La corda arriva ad una delle puleggie superiori, si volge al basso e viene a passare sulla puleggia inferiore, traversa il masso che sta fra le due colonne, passa sotto la puleggia inferiore della seconda colonna, risale alla puleggia superiore di questa, quindi s'avvia verso la puleggia motrice: la corda nel passare attraverso il masso lo sega e siccome in pari tempo le due puleggie inferiori che dirigono la corda si abbassano, essa viene così lentamente ma continuamente abbassandosi in modo da penetrare sempre più sul fondo della fenditura. Sull'incastellatura è collocata una vasca per l'acqua e sabbia che sono condotte nella fenditura dalla parte di entrata della corda. Il masso da tagliare è collocato sopra un vagoncino che corre su un binario che passa fra le due colonne: messo a posto il blocco, si fermano le ruote affinchè il carro non si muova sino a che il taglio non sia terminato.

Per la segatura multipla, cioè di un paralleloipede in tante tavole simultaneamente, invece di una puleggia se ne hanno parecchie indipendenti l'una dall'altra, ed il filo invece di entrare ed uscire semplicemente dall'apparecchio fa diversi giri da una puleggia all'altra formando così tanti tratti paralleli che vengono ad attaccare il masso simultaneamente sezionandolo in tante tavole. Le puleggie essendo indipendenti l'una dall'altra si possono abbassare di quantità differenti per adattare la penetrazione della corda alla durezza della pietra che ciascun filo viene ad incontrare; per questo genere di lavoro s'impiega una corda di diametro piccolo onde ridurre il calo della materia al minimo. La segatura colla corda richiede minima sorveglianza perchè una volta messa in movimento la sega lavora automaticamente: ma la sua applicazione più utile, quella cioè in cui presenta maggiori vantaggi si è il taglio dei blocchi nella cava. Nello scavo delle pietre si hanno due sistemi: in uno con delle mine si cerca di staccare dalla roccia un masso: questo oltre a riescire molto irregolare è anche danneggiato dall'azione della mina, per modo che si ha così

un gran spreco di materia: in altro sistema, si isola con lavoro di scalpello il masso su tre faccie verticali; poscia praticando un taglio lungo la quarta faccia lo si stacca poi a forza di cunei. Questo procedimento fornisce un blocco di forme regolari e non spreca la materia; ma il lavoro di isolare il blocco è lungo e costoso.

Coll'uso della corda si segue lo stesso procedimento isolando però il masso su quattro faccie, e staccandolo poi dalla base per mezzo di cunei. Ma perchè la corda possa lavorare, è necessario che essa e per conseguenza le puleggie che la dirigono possano abbassarsi nella roccia di tanto quanto si vuole praticare profondo il taglio: egli è perciò necessario scavare nella roccia due pozzetti nei quali collocare le colonne che portano le puleggie. Questo scavo preliminare per impiantare la sega si fa con un perforatore tubulare: consiste questo in un tubo robusto sostenuto da un'intelaiatura; nella parte superiore il tubo porta una puleggia a gola sulla quale passa una corda motrice che gli impartisce un movimento di rotazione: alla sua estremità inferiore esso è armato con un anello d'acciaio; il rodimento della pietra è prodotto dall'abrasione dei granelli di sabbia trascinati in giro dall'anello del tubo nel suo movimento di rotazione; il taglio riesce di forma anulare e quando è arrivato alla profondità voluta si leva il perforatore e si stacca dal fondo il cilindro di pietra corrispondente al vuoto del tubo. Per avere un pozzo di diametro sufficiente da potervi collocare le colonne è necessario di praticare tre fori vicini; facendo poi saltare le pareti intermedie si allarga il pozzetto. Questo perforatore richiede la forza di circa 4 cavalli; la sua discesa nel marmo è di circa 20 cm. all'ora. Praticati i pozzi vi si collocano le colonne che portano le puleggie e la corda, quindi si mette la macchina in movimento: fatto un taglio si spostano le colonne in altri pozzetti onde praticare il taglio di un'altra faccia. Tagliate le quattro faccie verticali del parallelepipedo, con cunei lo si stacca dalla sua base e si fa rotolare sino alla strada di trasporto. Tutto il materiale dell'impianto è assai semplice e facile ad essere traslocato. La forza motrice prodotta da un generatore stabilito

in un punto fisso si può agevolmente con corde trasmettere in tutti i punti della cava, impiegando ove occorra delle puleggie isolate per regolare la direzione. L'impianto fatto alla Esposizione era adatto a far comprendere facilmente le diverse applicazioni di questo nuovo procedimento di lavorazione, come pure l'uniformità e regolarità della faccia tagliata. Questa segatura con corda benchè affatto recente ha già ricevuto numerose applicazioni, fra le quali in Italia alle cave di marmo di Carrara.

MACINAZIONE

Numerose erano le collezioni sia di materie lavorate, sia di apparecchi per la loro trasformazione. La radicale evoluzione nel procedimento di macinazione del grano colla sostituzione dei cilindri alle macine che andò rapidamente generalizzandosi ha dato largo campo di lavoro agli inventori ed ai costruttori. Moltissime erano quindi le macchine a cilindri, ma in generale non vi erano che innovazioni nei particolari, molte poi conservavano il carattere rozzo e grossolano delle prime costruzioni. Ove poi la fantasia dei costruttori si è sbizzarrita è nelle macchine di pulitura del grano, ma specialmente in quelle di classificazione delle rotture e farine. In molte s'incontrano le forme le più strane e le disposizioni più complicate, ben lontano dal presentare la facilità di montatura e di riparazione richiesta per macchine che devono lavorare in condizioni non tanto favorevoli. Bisogna però osservare che quest'industria si trova ancora nel suo periodo di trasformazione, e quindi la pratica non ha ancora avuto tempo di fare la selezione degli apparecchi che riuniscono maggior numero di vantaggi; gli industriali in questo genere hanno però una collezione molto numerosa e varia di apparecchi, fra i quali possono fare la loro scelta.

Oltre agli apparecchi di macinazione dei cereali se ne avevano poi moltissimi altri destinati alla frontumatura e polverizzazione di materie diverse, come minerali, terre, ossa, ecc. Fra i disgregatori destinati a quest'uso merita speciale menzione il polverizzatore presentato da una Società Americana.

Alle macchine che si avevano finora per polverizzare le materie, cioè macine, molasse, disgregatori, botti a palle, ecc., gli americani hanno oggidì aggiunto un apparecchio che per il principio sul quale si fonda costituisce una novità.

Finora tutte le macchine a polverizzare erano fondate sul principio di comprimere o di far urtare la materia fra due superficie più dure che non la materia stessa che per la sua natura più fragile che quella degli organi operatori era obbligato disgregarsi e polverizzarsi. Il signor Sturtevant l'inventore del nuovo procedimento partì dal principio di far urtare la materia da frantumare contro sè stessa; se per esempio si lanciano l'uno contro l'altro due pezzi di materia, l'azione dell'urto, se è abbastanza violento, farà sì che i due pezzi si frantumeranno: secondo questo principio tutta la forza sarà consumata a disgregare solo la materia e non anche gli organi operatori come succede nelle macchine fin qui note. Il polverizzatore Sturtevant consiste in un tamburo di ferro disposto orizzontalmente sopra un banco. Esso è aperto totalmente ai due fondi: in questo tamburo sono praticate due aperture; attraverso alla superiore passa un canale che viene da una tramoggia: l'inferiore comunica con un canale di scarico. Concentricamente al tamburo è connesso solidamente col medesimo, havvi un secondo tamburo formato da sbarrette in modo da costituire una graticola cilindrica, esso pure è aperto sui fondi: fra i due tamburi vi ha uno spazio vuoto che comunica col canale di scarico: il canale della tramoggia viene a sboccare entro alla graticola per una porta praticata superiormente alla medesima. Le due aperture laterali alle basi della cassa e della graticola sono chiuse da due coppe cilindriche le quali col loro orlo vengono ad imboccare entro il lembo della graticola: cosicchè si ha un vano cilindrico, costituito parte dal tamburo a graticola e parte dalle coppe. Ciascuna coppa è portata da un albero sorretto da due supporti con lunghi guancialetti: fra i due supporti è calettata sull'albero la puleggia che riceve il movimento del motore. I supporti sono fermati a una piastra che per mezzo di guide può scorrere sul banco; le coppe si possono così avvicinare od allontanare dal tamburo. Notisi che l'albero di sinistra riceve un movimento in direzione contraria a quella dell'albero di destra, il che si ottiene incrociando uno dei cingoli che comandano le puleggie. Quando la macchina deve funzionare le

coppe sono contro il tamburo e ne chiudono le basi. La materia gettata nella tramoggia discende pel canale nel tamburo a graticola e si spande a destra e sinistra nelle due coppe. Siccome queste sono animate da movimento rapidissimo di rotazione, mettono la materia in movimento e la obbligano a girare; ma mentre una la dirige in un senso, l'altra la dirige in senso contrario: i pezzi venendo così ad urtarsi l'uno contro l'altro si disgregano: le parti minute che possono attraversare la graticola del tamburo interno, sfuggono nel canale di scarico, le altre invece continuano a sbattersi finchè siano polverizzate e possano anch'esse passare attraverso alla graticola. Dopo breve tempo che l'apparecchio agisce si produce un fatto curioso: nel fondo delle coppe che è cilindrico si forma un deposito di materia polverizzata in forma di un cono cavo; questo deposito diventa altrettanto duro che la materia da frantumarsi; e preserva così le pareti interne delle coppe dal rodimento. Una volta che questo cono è formato i pezzi da frantumare per effetto della forza centrifuga scendono lungo il lato del cono dal vertice verso la base e vengono slanciati nel tamburo, e qui vengono ad incontrare quelli che sono slanciati in direzione opposta dall'altra coppa e si frantumano.

L'operazione di disgregazione succede con una rapidità sorprendente e benchè di piccole dimensioni, questo polverizzatore dà un prodotto notevole. Per esempio con un polverizzatore col tamburo interno di 0,20 di diametro e con pezzi di 41 centimetri cubi si ha una produzione da 450 a 1360 chilogrammi con setaccio alla graticola di 16 fori per centimetro quadrato: e di 226 a 500 chilogrammi se il setaccio ha 25 fori con una velocità di 2000 giri per minuto e con una forza di 20 cavalli.

Per impedire che la polvere si spanda superiormente dalla tramoggia, il canale di scarico è in comunicazione con un ventilatore aspirante, cosicchè la polvere di mano in mano che si forma è esportata e va a raccogliersi in apposita camera.

La graticola contrariamente a quanto potrebbe supporre si logora assai lentamente, ed essendo divisa in tante piccole sezioni può essere facilmente riparata. A seconda della finezza del prodotto si adattano graticole differenti. Per visitare l'in-

terno del tamburo non si ha da far altro che rallentare le chiavarde che tengono ferme le due piastre degli alberi; allora le coppe sono allontanate dal tamburo e si può così facilmente esaminare l'interno dell'apparecchio e farvi le riparazioni occorrenti. La parte che si logora più facilmente è il lembo delle coppe; ma queste per un certo tempo possono farsi avvicinare al tamburo; e quando poi siano troppo consumate possono facilmente cambiarsi, essendo solo fermate con chiavarde alla testa degli alberi.

Questo polverizzatore a detta del costruttore può essere applicato alla polverizzazione non solo delle materie molto dure, ma anche a quelle molto molli e tenere, come le cortecce per la concia.

LEGNAMI

Un'esposizione mondiale è l'occasione più propizia per chi desidera prendere conoscenza dei prodotti delle foreste delle diverse parti del globo: giacchè i paesi, nei quali la scure della civiltà non ha ancora portato lo sterminio delle foreste, essendo scarsi di prodotti industriali da esporre, inviano i prodotti naturali del suolo.

Infatti numerose erano le collezioni di legnami provenienti dalle diverse parti del mondo. Il Brasile ne aveva esposto una ricchissima per numero e qualità di legni; fra i quali molti assai pregevoli per la compattezza della struttura, colore ed eleganza delle venature: i campioni erano assai bene preparati, ed oltre il nome botanico e quello indigeno, portavano pure l'indicazione della tenacità, densità rispettive, le dimensioni degli alberi, e l'uso al quale il legno è più acconcio. Egualmente ricca per numero di campioni e per l'accuratezza colla quale erano preparati era l'esposizione della Repubblica Argentina; fra le svariatissime specie di legno molte sono notevoli per la durezza e densità. I campioni portavano pure tutte le indicazioni come quelle del Brasile. Questa collezione era una bella dimostrazione della ricchezza di quel paese in fatto di legnami. Egli è perciò rincrescevole che con le continue e molteplici relazioni che l'Italia ha con quel paese, non siasi ancora avviato il commercio di importazione di tali legnami da lavoro, i quali riuscirebbero di grandissimo utile alla stipetteria ed ebanisteria.

La Repubblica dell'Equatore aveva una copiosissima collezione di legnami, ma pessimamente presentati, giacchè i campioni non portavano alcuna indicazione ed erano gettati alla rinfusa come legna da fuoco.

L'Australia espose una collezione non numerosa, ma molto interessante sia per la qualità dei legni, che per il modo elegante con cui erano presentati; i campioni erano accuratamente preparati, e portavano il nome botanico della pianta, quello indigeno ed i dati sulla densità e resistenza: in questa collezione attirava l'attenzione una serie di 10 specie di *eucalyptus*, pregievoli sia per il colore che per la durezza; alcune di queste specie erano poi rappresentate da saggi enormi allo scopo di far vedere le dimensioni di questi giganti; così p. e. dell'*eucalyptus amigdalina* avente una densità di 1.150, eravi una tavola di 4 metri di lunghezza per 1 metro di larghezza.

In questa collezione dell'Australia ciò che attirava assai l'attenzione per l'eleganza dell'aspetto, erano alcune nocche grandissime di *podocarpus totara*: legno di color rosso macchiato in nero come la pelle di pantera.

La Società ferroviaria Parigi-Lione-Mediterraneo esponeva un'interessante collezione di legni difettosi o tarlati.

Di tutte le collezioni di legnami la più completa era quella dell'Amministrazione francese delle foreste, la quale aveva fatto costruire un artistico *châlet* con tronchi di tutte le piante delle foreste francesi.

Nell'interno poi oltre alla collezione metodica di legnami sani, ve ne era una di legni tarlati, accompagnata da una collezione degli insetti nocivi; disegni dei lavori di rimboschimento, e quelli di sbarramento eseguiti a riparo degli scoscendimenti e corrosioni delle acque: anzi alcuni di questi lavori erano rappresentati in plastica, in modo che anche l'occhio profano poteva farsi un'idea precisa dell'importanza loro.

Per i lavori eseguiti ed i risultati ottenuti dall'Amministrazione forestale francese, nei vari dipartimenti e particolarmente nella Savoia essa è degna dei maggiori encomî; e sarebbe utile che il suo esempio potesse essere imitato in Italia, ove allo sterminio delle foreste fatto dalla scure succede quello di pascoli fatto dalle mandre di ovini, le quali, pel modo di camminare, tagliuzzano le zolle in tutte le direzioni, facilitando così il lavoro di tracimazione della terra per parte delle

acque; per modo che a poco a poco non rimane che la roccia nuda: condizioni deplorevoli cui pur troppo furono ridotte molte vallate delle Alpi e dell'Apennino; e quali tristi conseguenze di tale rovina si hanno le siccità e le inondazioni.

Macchine da lavorare il legno.

Numerose erano le esposizioni di macchine da lavorare il legno: ma in genere non presentavano grandi novità, ma solo miglioramenti nei particolari.

Fra tutte spiccavano quelle del Fay di Cincinnati, Stati Uniti d'America, le quali hanno un carattere che le distingue da quelle degli altri costruttori, sia per la maniera con cui sono studiate, che per la finitezza della loro costruzione. Fra le novità degne di nota eravi un modo di avanzamento del legno per una sega, prodotto da una ruota a stella disposta nel piano stesso della fenditura, così che la sega tagliando porta via le impronte lasciate dalla stella sul legno, che rimane così intatto. La più notevole delle macchine di questo costruttore è la trottola orizzontale colla quale si può eseguire un'infinità di lavori diversi. Curiosa poi era la sega circolare montata obliquamente sull'albero, e suscettibile di essere cambiata di posizione in modo da potersi variare l'angolo di inclinazione da 45° a 90°; si possono così tagliare le mortase di diversa forma.

Le macchine francesi conservano in genere la forma pesante: come novità nulla vi era di importante, eccetto l'applicazione del principio di piallatura a spirale per ricavare fogli ampi da pezzi relativamente piccoli di materia; è un principio già da tempo applicato onde ricavare dai pezzi di piccolo diametro dei fogli abbastanza larghi, come p. e. dall'avorio.

La macchina francese era destinata alla piallatura di tronchi di pioppo per averne fogli destinati alla fabbricazione delle famose scatole di fiammiferi.

INDUSTRIE TESSILI

In tutte le Esposizioni le industrie tessili, sia per la varietà e bellezza dei prodotti, sia per le ingegnose macchine messe in mostra ebbero sempre un gran successo presso il pubblico; di questa esposizione lo scarso concorso dei paesi esteri fu causa che le varie collezioni fossero assai incomplete.

In fatto di materie prime le collezioni coloniali che nelle precedenti esposizioni si mostrarono così ricche di fibre in questa invece erano poco numerose. Ricordo dell'Australia una magnifica collezione di velli merinos a lana corta ed a lana lunga, stupendi per l'uniformità e finezza dei filamenti. Della Nuova Zelanda una collezione di lane merinos incrociato; ma la più interessante era una collezione di lana di razza Lincoln rimarchevole per lunghezza, lisciatura e lucentezza. La Società Agricola di Port Elisabetta oltre ad una bella collezione di lane merinos corte o lunghe ne aveva una di lane d'Angora fine, lunghissime. Queste collezioni di lane delle colonie inglesi mostrano un progresso continuo nell'arte del perfezionamento degli animali, in cui gli inglesi sono maestri.

Più ricche e numerose erano le collezioni di tessuti. Spiccava fra tutte l'esposizione collettiva dei fabbricanti di Lione, che era veramente splendida: dai broccati più pesanti alle garze leggiere, dai velluti uniti a quelli operati e policromi, era una serie completa di tutti i tessuti che escono da questo gran centro di tessitura serica. Essendo un'industria già da tempo arrivata ad un grado di perfezione, non vi possono essere gran novità che dal punto di vista della moda: tuttavia anche dal lato della fabbricazione si osserva un perfezionamento nell'insieme in tutti i generi sia ricchi sia semplici; un gusto squisito nell'applicazione delle numerose materie coloranti moderne; e maggior accuratezza negli apparecchi.

Splendida pure era la mostra di Saltaire, l'immensa fabbrica fondata da Titus Salt il celebre creatore dei tessuti d'Alpaca. Questa fabbrica, che si può dire ha il monopolio dei tessuti di lana lunga e liscia, agli antichi generi di tessuti lisci e rasi lavorati con somma maestria aggiungeva una ricca collezione di tessuti peluzzo per abiti da signora, che costituiscono una specialità inglese; collezione sia in genere unito che operato assai varia per colore, lunghezza e genere di pelo. Alcuni tessuti per morbidezza e lucentezza rivaleggiano coi *peluche* in seta.

Quest'industria moderna della lana pettinata lunga ha in poco tempo fatti grandi progressi: ed è rincreasevole che a fianco di Saltaire non siano intervenute altre fabbriche inglesi di Bradford che trattano pure le lane lunghe ma in genere diverso.

Una delle novità in fatto di tessuti era l'esposizione della Società Francese *la Ramich*, che presentò i tessuti fabbricati con questa fibra. Quantunque sia questa un'industria nuova, i prodotti erano assai interessanti, e mentre dimostrano tutto l'utile che si può ricavare da questa fibra, danno pure un'idea assai favorevole sui progressi fatti nella lavorazione di questa fibra che per finezza, candidezza e resistenza supera il lino, ed è pari alla seta per lucentezza; il Ramich è da poco entrato nell'industria, ma è prevedibile che superate alcune difficoltà che ancora rimangono, questa fibra prenderà un posto importante nella consumazione.

Fra i diversi tipi di tessuti, quello in cui si rileva un maggior progresso si è la maglieria: nel genere a falda, ai tessuti semplici od operati, si aggiunsero i tessuti doppi, a doppia faccia, a pelo, ed a maglia operata complessa: nelle maglierie formate dette a maglia diminuita, oltre alla varietà del genere di maglia dei tessuti precedenti si aggiunse la varietà delle forme e perfezione nella loro formatura.

Numerose erano le collezioni di macchine: in queste in generale si rileva un alleggerimento nelle masse onde avere le macchine meno pesanti; una miglior disposizione nei meccanismi onde renderli facilmente accessibili, ma in pari tempo

evitare il pericolo di disgrazie agli operai: infine una tendenza continua ad accelerare le velocità affine di aumentare la produzione, ed a munire le macchine di meccanismo d'arresto quando il filo rompe, onde ridurre al minimo il lavoro a vuoto della macchina.

In quasi tutte le macchine si rileva una grandissima finitezza di costruzione. Meritano di essere ricordate per varietà di assortimento: la Société de l'Horre che espose banchi da trattura della seta con sbattrici automatiche e *attacca bave*; molti telai fra i quali uno da velluto a tre pezze tagliate colla pialla volante: in tutte queste macchine francesi per la lavorazione della seta vi ha un reale progresso nella disposizione degli organi ma specialmente nella loro costruzione molto perfezionata rispetto a quanto si faceva pel passato. Dello stesso genere e costruzione erano i telai del signor Dietrich per la seta. Giorgio Hogdson rinomato fabbricante di Bradford aveva una serie numerosa di telai con varii perfezionamenti nel meccanismo di comando della spola, ed in quello dei licci. Snoeck di Verviers, fra gli altri, un telaio con cassa a revolver a 15 spole. Così pure la fabbrica Sassone di Chemnitz.

La Società Alsatiana per costruzioni meccaniche, presentava assortimenti completi per la filatura della lana pettinata e pel cotone. Il signor Grün un assortimento di macchine per lana cardata e per cotone ed un orditoio a sezioni di nuova disposizione.

Il signor Verdol espose varie Jacquard in azione sui telai; nelle quali i cartoni sono sostituiti da un foglio di carta continua; oltre a queste espose la macchina a leggere, forare e ripetere il suo rotolo di carta — macchina nuova e costrutta con molta precisione. — La Società di Bitschviller un assortimento completo per lana pettinata; la ditta Rieter un assortimento per la filatura del cotone. Buxtorf ed altri esponevano assortimenti di macchine per maglierie.

Premesse queste osservazioni generali vengo a trattare più specialmente di quelle cose che per novità e per perfezionamenti importanti meritavano di essere più particolarmente studiate.

Seta artificiale.

Questa nuova fibra tessile creazione del signor Charbonet di Lione, per l'originalità della sua fabbricazione, per la semplicità dei mezzi che questa richiede, per il bellissimo suo aspetto, costituisce una delle novità più salienti dell'Esposizione; essa non è una nuova fibra ricavata da un prodotto della natura come la seta del baco e la lana, il cotone, il lino, ecc., ma è un vero prodotto di laboratorio. Questa nuova fibra consiste essenzialmente in cellulosa trasformata, mediante operazioni che qui sotto indicheremo, in filamento sottile, morbido, tenace, lucentissimo da rassomigliare assolutamente alla seta natura'e. Secondo il Charbonet tutte le cellulose possono servire purchè siano pure e non alterate da reagenti; ma quelle a cui esso volse specialmente la sua attenzione sono il cotone e le paste di legni dolci. Il procedimento indicato dall'inventore è il seguente. Si trasforma la cellulosa greggia in cellulosa nitrica ossia in piroxilo o cotone fulminante; quindi questa si scioglie in ragione del 6,5 0/10 in una miscela di 38 parti d'etere e 42 di alcool: questa soluzione che non è altro che un collodio viene chiusa in un recipiente robusto di rame stagnato nel quale si può far agire per mezzo di una pompa ad aria una pressione di più atmosfere. Il vaso inferiormente è posto in comunicazione con un tubo orizzontale, sul quale sono impiantati verticalmente, ed alla distanza di circa 10 centim. l'uno dall'altro tanti bocchini, i quali superiormente terminano in punta conica assai affilata e perforata da un canale capillare del diametro di 0^{mm} 10. Ciascun bocchino è munito di un rubinetto. Calzato su questo bocchino havvi un tubo aperto alle due estremità, disposto in modo che l'estremità superiore si trova di alcuni centimetri più alta dalla punta del bocchino, il tubo è di un diametro superiore a quello del bocchino, ed inferiormente è connesso al medesimo con un imbuto di gomma elastica. Dal tubo ed a metà della sua altezza si stacca una diramazione che si mette in comunicazione con un recipiente pieno d'acqua acidulata con acido nitrico al 0,5 0/10: il reci-

piante trovasi ad un livello superiore a quello del bocchino per modochè l'acqua riempie il tubo tutt'attorno al medesimo e sgorga in modo continuo dalla parte superiore del tubo: la velocità d'efflusso dell'acqua si regola mediante la differenza di livello fra il recipiente ed il tubo alzando ed abbassando il recipiente: al disopra dei bocchini sono disposti gli aspi che servono a raccogliere il filo come nelle bacinelle ordinarie di trattura.

La filatura del filo si fa nel modo seguente:

Colla pompa ad aria si produce una pressione di varie atmosfere (6 a 7) nel vaso contenente il collodio; si aprono i rubinetti dei bocchini e quelli della condotta dell'acqua. Il collodio spinto dalla pressione sfugge dal foro capillare del bocchino e venendo a contatto coll'acqua si coagula; prendendo questo filo e attaccandolo all'aspo che vi sta al disopra, questo col suo movimento raccoglie il filo di mano in mano che si produce. Messa in azione l'apparecchio, non occorre altro lavoro che quello di riattaccare i fili quando si strappano, operazione del resto facilissima.

Tutti gli aspi sono chiusi in una cassa nella quale circola costantemente una corrente d'aria la quale arriva riscaldata nella cassa onde essiccare la seta; essa è poi raffreddata nell'uscire allo scopo di raccogliere i vapori dei solventi onde ricuperarli realizzando così un'economia sul costo di fabbricazione. Invece di raccogliere individualmente il filo di ciascun bocchino si possono invece riunire assieme diversi fili di bocchini vicini, ottenendo così un filo multiplo analogo alla greggia che si ricava riunendo assieme la bava di parecchi bozzoli.

I fili greggi sono poi riuniti assieme in numero conveniente e quindi torti per fabbricare trama ed organzino. Siccome la materia componente la seta è un pirossilo, i fili sarebbero infiammabilissimi perciò l'inventore procede a dinitrificarli. La cellulosa così adoperata perde la proprietà combustibile e può servire senza pericolo come materia tessile: l'inventore dice di poter render la seta meno combustibile almeno come il lino e la canapa.

Le proprietà della seta artificiale secondo l'autore sarebbero: una tenacità da 25 a 35 kg. per mm. q. ed una duttilità dal 15 al 25 0/0 mentre la tenacità della seta naturale varia dai 30 ai 45 e la duttilità dal 15 al 20 0/0. In lucentezza la seta artificiale supera quella naturale. In quanto a quest'ultima proprietà sia dai campioni esposti, sia da un campione avuto dalla cortesia del Prof. Porro che fece a Torino un'esperienza per incarico dell'autore, posso dire che l'espressione dell'inventore è per nulla esagerata, giacchè dal confronto fatto con seta digrezzata e tinta essa è superiore.

Il campione non essendo denitrificato è infiammabilissimo. In quanto a duttilità e tenacità mi pare essere inferiore: ma devo notare che il campione non essendo denitrificato, ed essendo fabbricato da alcuni mesi può essere che la materia si sia alterata.

Un campione di tessuto garza fabbricato dall'inventore presenta una tenacità notevole, in quanto a infiammabilità paragonata con seta naturale non ho rilevata alcuna differenza. Se quindi come l'inventore asserisce, e come dall'esperienza del tessuto bruciato tenderebbe a provare, esso è giunto a ridurre l'infiammabilità della sua seta artificiale anche solo ad essere pari a quella della naturale, avrebbe così tolto la grave obiezione che si può fare alla nuova materia tessile, e l'invenzione della seta artificiale sarebbe certamente uno dei più importanti ritrovati della scienza.

Esaminando il procedimento Charbonet si scorge come esso riproduce con molta analogia quanto succede per la seta animale. Infatti all'elaborazione della cellulosa negli organi dell'animale è sostituita l'elaborazione chimica, ai vasi seriferi, il vaso di rame, alla pressione dei muscoli dell'animale, la pressione della pompa, alla filiera della tromba del baco il bocchino: ma qui cessa l'analogia perchè l'inventore non avendo da racchiudersi nel bozzolo raccoglie immediatamente la bava sull'aspo. Si saltano per tal modo tutte le operazioni di trattura che occorrono per la seta animale. Vi è poi ancora analogia nel modo di comporre il filo seta, infatti per la seta animale si riuniscono assieme le bave di più bozzoli, mentre

qui si possono riunire assieme le bave di diversi bocchini: vi ha poi questa differenza che nel filo seta animale dopo il digrezzamento si ha un numero doppio di bave perchè ciascuna bava del bozzolo si scinde nelle due bave elementari che la costituiscono, mentre il filo seta artificiale rimane sempre composto del numero di bave elementari che si sono riunite assieme dai bocchini. La seta artificiale non richiede digrezzamento come la naturale ma un'operazione che si potrebbe ad essa assimilare, quella cioè della denitrificazione. Dall'esame comparativo del procedimento per la trattura della seta naturale con quella per la seta artificiale risulta che per questa essa è assai più semplice, richiede meno operazioni e quel che è assai importante, è eliminato il lavoro manuale della filatrice e la trattura è affatto automatica.

Esaminata quest'invenzione dal lato tecnico, conviene ancora esaminarla dal lato economico, perchè essa potrebbe avere un'azione ben grave, sull'attuale produzione serica dell'Italia.

La prima domanda che si può fare si è se questa invenzione non verrà a sbalzare dall'antico ed elevato suo seggio la seta naturale. Certamente se la seta artificiale ha una tenacità ed utilità non di troppo inferiore a quella della seta naturale e più essenzialmente se la sua combustività non ne è superiore, essa verrebbe a fare un'esiziale concorrenza alla seta naturale, perchè il suo prezzo, secondo quanto asserisce l'inventore, sarebbe la metà di quello della seta dei bozzoli.

Però allo stato attuale delle cose sarebbe prematuro portare un giudizio assoluto, perchè finora non ha ancora la sanzione della pratica e potrebbe darsi che l'esperienza rivelasse difetti che potrebbero scemarne d'assai l'importanza.

In ogni caso è di somma convenienza per l'industria serica italiana di tener d'occhio questa invenzione.

Bisogna ancora considerare che anche se questa nuova materia tessile non avesse tutte le proprietà che ha la seta animale, cosicchè non potesse sostituirla, tuttavia si troveranno delle applicazioni colle quali essa potrà convenientemente soddisfare.

Ad ogni modo l'invenzione del signor Charbonet sarà sempre

una nuova via aperta in cert'ordine di ricerche che potrà dar luogo ad utili innovazioni.

Stigliatura del Ramié.

Fra la numerosa serie delle fibre che si ottengono dal regno vegetale, merita uno dei primi posti per le sue proprietà quella che si ricava dal tiglio, dalla pianta dai botanici denominata *urtica nivea* o *bohemeria utilis*, conosciuta sotto il nome volgare di *ortica bianca*; e dagli Inglesi con quello di *china-grass*, o *rhea*, nome indigeno nell'Assam, e dai Francesi di *ramieh*, nome indigeno della Malesia. Questa pianta, originaria delle isole dell'Arcipelago della Sonda, si adatta facilmente a climi più temperati, e la sua coltura, già da tempo sparsa in diverse provincie dell'India e della China, è stata in questo ultimo ventennio estesa in Italia, Francia, Spagna, Stati Uniti e nelle regioni equatoriali dell'America.

La fibra del *ramieh* è per tenacità almeno uguale al lino ed alla canapa; è pari al lino per finezza, ha poi su tutte le altre fibre una superiorità notevole per la sua lucentezza, la quale si può peragonare a quella della seta. Nei paesi in cui il *ramieh* è indigeno questa fibra è impiegata a fabbricare tessuti e reti; nessuno però ha raggiunto l'abilità dei Cinesi, i quali finora furono insuperabili nel saper utilizzare il tiglio di quest'ortica, dal quale ricavano una fibra di finezza e splendidezza eccezionale. I Cinesi stigliano gli steli in verde perchè in questo modo si ottiene una fibra che è più fina. Essi con un coltello fendono gli steli per tutta la loro lunghezza; indi li raschiano per levare lo strato corticale, mettendo così a nudo il tiglio, che vien diviso in tre qualità, l'esterno che è ordinario, il mediano che è fino, e l'interno che è finissimo e morbido. Si comprende come con questo procedimento così minuzioso nella scelta degli steli e nella loro manipolazione i Cinesi ricavano una fibra che è così pregiata. Infatti per lungo tempo tutta quella che si impiegava nella tessitura in Europa proveniva dalla China. Le eccezionali proprietà di questa fibra non potevano a meno che destare il desiderio di utilizzarla

nella grande industria, come si fece pel lino, canapa e yuta; ma i ripetuti tentativi che si fecero fin dal principio del secolo in Inghilterra ed in Francia andarono per lungo tempo falliti; solo da un ventennio furono ripresi con alacrità, grazie all'impulso dato dal Governo inglese dell'India col bandire un concorso con un premio di 125.000 lire per una macchina capace di stigliare l'ortica allo stato verde, colla condizione però che il taglio ricavato avesse come qualità, un valore di 50 sterline alla tonnellata con un costo di produzione di sterline 15. Il concorso ebbe luogo, ma il premio non fu vinto: ebbe solo un *accessit* dato come incoraggiamento alla macchina del Grieg. Cause dell'insuccesso furono il rendimento piccolissimo della macchina per cui il costo della fibra stigliata riesciva assai elevato; mentre d'altra parte poi il valore della fibra come qualità era di assai inferiore a quello stabilito.

Questo concorso, se andò fallito, ebbe però il vantaggio di richiamare l'attenzione sopra questa fibra: dopo d'allora continui furono i tentativi per arrivare al mezzo di trattarla industrialmente; e se il problema non è ancor risolto completamente ha però già fatto un gran passo verso la soluzione; giacchè su questo proposito non conviene farsi delle illusioni, poichè con mezzi meccanici non si potrà mai arrivare ad ottenere una fibra che abbia la perfezione, quale l'ottengono i Cinesi col lavoro manuale, nello stesso modo che finora colla filatura meccanica non si arrivò ad ottenere quei fili finissimi di lino filati col fuso dalle filatrici fiamminghe.

La più grave difficoltà che presenta il trattamento di questa fibra è la stigliatura. Il governo indiano aveva stabilito che essa dovesse farsi in verde, e ciò sia perchè la fibra che così si ricava è più fina, sia perchè nelle regioni dell'India ove il *ramieh* è coltivato, il clima umido è d'impedimento ad avere gli steli seccati in modo conveniente. Ora allo stato verde la pianta essendo tenera deve essere trattata con molta delicatezza onde non tagliuzzare la fibra; la macchina non può quindi essere suscettibile di grande produzione: ora dovendosi fare la stigliatura tutta all'epoca del taglio, occorre un gran numero di macchine, le quali poi rimangono inerti nell'inter-

vallo tra un raccolto e l'altro; in conseguenza il costo della stigliatura diventa assai elevato, e di più la fibra ricavata colle macchine fin qui inventate è lontana dall'aver il pregio di quella stigliata in verde a mano. La stigliatura in verde presenta poi un gran inconveniente dipendente dalla natura della pianta; essendo questa ricca di midollo ed il taglio abbondante di mucilagine, se non si versa sulla macchina un getto continuo ed abbondante d'acqua, in breve tutti gli organi sono talmente impiestrati da questa materia gommosa, che gli steli si attaccano e la macchina non può più funzionare.

Queste difficoltà tecniche ed economiche per la stigliatura in verde che finora non vennero superate indussero molti a cambiare indirizzo nel procedimento, ed invece di lavorare gli steli allo stato verde, a trattarli allo stato secco. Contro questo procedimento sta la difficoltà di spogliare la fibra dello strato corticale quando è secco, per cui è necessario di agire energicamente su di essa e quindi pericolo di logorarla. Tuttavia havvi ancora un motivo per prender questa via; ed è che nei paesi meridionali, come nell'Italia, Spagna e Francia ed altri paesi ove va estendendosi la coltivazione del *ramieh* non esistono più le circostanze climateriche che avevano condotto il Governo indiano ad imporre la stigliatura in verde; che anzi sono contrarie, giacchè secondo il parere del sig. Favier, direttore della Società francese *La Ramié*, in questi paesi il clima caldo e secco fa sì che 48 ore dopo il taglio gli steli sono già tanto essiccati che non si possono più lavorare convenientemente colla macchina destinata a trattare la materia in verde: bisognerebbe per conseguenza trattare tutto il raccolto in brevissimo tempo; il che richiede gran numero di macchine e di personale, per cui il costo della lavorazione sarebbe superiore al valore commerciale della materia. Egli è per queste ragioni che molti inventori adottarono la stigliatura a secco. Numerose sono quindi le macchine che si inventarono sia per un procedimento che per l'altro, alcune poi furono proposte per amendue ad un tempo. Tutte queste macchine, avuto riguardo ai loro organi principali, si possono distinguere in due tipi: quelle a cilindri scanellate, e quelle

ad aspo. Ma nell'escogitare queste macchine molti inventori caddero nell'errore di lavorare la materia sopra uno spazio ristretto. Certo che è seducente l'idea di ottenere la stigliatura con una macchina ristretta, quindi di meno costo, meno pesante e più facilmente trasportabile: ma con una disposizione nella quale la superficie di azione degli organi lavoratori sia piccola rispetto alla lunghezza del taglio si è di necessità costretti di accelerare troppo la velocità degli organi onde avere una produzione conveniente; non si può applicare un trattamento graduato e per conseguenza facilmente si può danneggiare la fibra: impiegando poi il sistema di far retrocedere la materia per lavorare il manipolo da due parti col rovesciarlo, si cade nel grave inconveniente di rabbuffare e strappare le fibre e per conseguenza di ridurre la fibra lunga in stoppa. In questo errore caddero anche gran parte degli inventori delle stigliatrici per la canapa.

All'Esposizione erano presentate macchine per stigliatura in verde e per stigliatura a secco; delle macchine alcune erano ad aspo e con laminatoi, altre con laminatoi lisci e scanellati. Le prime consistono in due coppie di cilindri scanellati: al disotto di questi cilindri stanno due aspe nelle quali le lame di una si inoltrano fra quelle dell'altra: gli steli sono distribuiti paralleli a mano ed introdotti fra cilindri scanellati e da questi maciullati: spinti avanti dai cilindri vengono, di mano in mano che si avanzano, lasciati pendere fra le due aspe, le cui lame venendo a battere sugli steli stritolati li scotolano, staccando i pezzetti di canapuli, raschiano il taglio, nettandolo in parte dalla corteccia. Quando il manipolo è prossimo ad uscire dai cilindri si rovescia il movimento di questi, ed il taglio viene ritirato indietro; durante questo movimento retrogrado le due aspe continuano ad agire: quando il taglio è tutto ritornato, bisogna capovolgerlo per scotolare la parte posteriore che era rimasta in presa fra le mani; si ottiene così il taglio in fascetti agglomerati assieme.

Quando la macchina deve stigliare in verde, allora da un vaso posto superiormente ai cilindri si lascia cadere un getto d'acqua che lava gli organi della macchina ed il taglio. Ec-

cetto in qualche particolare, le macchine di questo tipo non presentano novità; non ho avuto l'occasione di vederle a stigliare in verde, ma solamente steli secchi: il taglio era abbastanza pulito dai canapuli, ma molto poco dalla corteccia; in quanto al taglio mi parve un po' deteriorato; difetto che apparirà meglio nella pettinatura.

Queste macchine quantunque producano discretamente quanto a quantità, per riguardo a qualità della fibra non credo che soddisfino alle esigenze. La Società francese *La Ramieh* presentava una macchina per trattamento in verde ed una per trattamento a secco. Queste macchine sono studiate assai razionalmente perchè le diverse operazioni si fanno distinte sia come tempo che come luogo. Gli steli sono distribuiti sopra una tavola e presentati a due cilindri che li avviano in canali in cui dei coltelli li fendono per lungo; continuando ad avanzarsi vengono a passare fra due cilindri lisci dai quali sono appiattiti sotto forma di nastro; passano quindi fra laminatoi scanellati a grossi cannelli i quali stritolano i canapuli in pezzettini che si staccano dal taglio. Dopo questa prima serie di laminatoi, la materia passa attraverso una seconda nella quale i cilindri hanno scanalature fine: il taglio obbligato a seguire le sinuosità delle scanalature si piega e ripiega, per modo che la corteccia si sgretola e si separa da esso: il taglio pulito dai canapuli e dalla corteccia esce dalla parte opposta a quella per cui è entrato. La disposizione di fendere gli steli e laminarli fra cilindri lisci fa sì che le fibre non sono sforzate nel passare nei cilindri scanellati, come succederebbe se gli steli fossero intieri per la diversa curvatura che esse sarebbero obbligate a prendere e perchè gli steli frantumandosi agiscono sulle fibre che sono tese tagliandole o strappandole; il taglio non è sbattuto come nelle macchine ad aspo e camminando sempre nella medesima direzione non viene scompigliato, nè arruffato. La macchina lavorando in modo continuo è suscettibile perciò di maggior produzione, perchè la materia entra continuamente da una parte, ed esce dall'altra.

Queste due stigliatrici differiscono nei particolari per adottarle alla natura degli steli se cioè verdi o secchi. Questa

macchina del Favier direttore della Società la Ramié è a mio avviso una delle meglio concepite; migliorate nei particolari come una più lunga pratica potrà suggerire essa darà certamente ancora migliori risultati. Col facilitare l'alimentazione si potrà ottenere una maggiore produzione, e coll'aggiunta di un organo raschiatore si potrà pulire e lisciare completamente il tiglio.

La macchina ha una lunghezza di circa 3 metri e può produrre da 230 a 261 kilog. di tiglio, (secondo che si vuole una lavorazione più o meno perfetta, trattando 1148 kilog. di steli secchi al giorno. La macchina pel trattamento in verde può passare 1330 kilog. di steli con un prodotto di 376 kilog. di tiglio verde corrispondenti a 125 kilog. di tiglio secco.

La macchina richiede il servizio di due persone; una per alimentare la macchina e l'altra per ricevere il prodotto lavorato, più l'aiuto di due ragazze. Oltre queste occorrono poi altre persone per spuntare, e pareggiare gli steli, e portarli alla macchina.

Stigliatrici Landsheer.

Questa è, come quella del Favier, ad azione continua; essa è costituita da due coppie di cilindri acciaccatori, scanalati seguiti da due serie di scotole ad aspo: la macchina è di costruzione semplice; la materia entra da una parte ed esce dall'altra; essa può essere capace di dare un prodotto molto rilevante in quantità; in quanto alla qualità bisognerebbe vedere se il lavoro delle aspe non danneggia il tiglio.

Procedimento Henry-Moriceau.

Questo non è altro che il procedimento di stigliatura a mano coadiuvato da una cottura degli steli nell'acqua bollente la quale ha per scopo di staccare il tiglio dallo stelo. L'apparecchio consiste in una caldaia aperta superiormente posta sopra un focolare: quando l'acqua bolle si cala nella caldaia un paniere riempito di steli i quali si lasciano così immersi per 10

minuti se verdi, 15 se secchi: estratto il paniere si lascia sgocciolare l'acqua; gli steli così preparati si stigliano a mano con molta facilità. Due uomini in 10 ore di lavoro possono produrre 75 kilog. di tiglio verde. Questo procedimento di stigliatura come si vede è molto semplice e non richiede che una caldaia sola, ma è solo applicabile ove la mano d'opera è a buon mercato.

In principio d'ottobre ebbero luogo le esperienze pel concorso delle stigliatrici del Ramieh: ma finora non venne pubblicata alcuna relazione sul medesimo.

La questione della stigliatura non è ancora completamente risolta; la difficoltà principale consiste nell'estrarre tiglio della miglior qualità col minor costo possibile; due condizioni non tanto facilmente ottenibili contemporaneamente. La relazione ci dirà sino a qual punto sia arrivata la soluzione della questione.

Grun a Guebwiller e a Lure.

Questo fabbricante espose una numerosa serie di macchine per la filatura della lana e del cotone, rimarchevoli in generale per l'eccellente loro costruzione e fornite di miglioramenti nei loro particolari: alcune poi presentano delle parti nuove o ancor poco note, credo perciò utile di ricordarle, specialmente quali sono l'*Express card* e la pettinatrice Imbs.

L'*Express card* pel cotone, così detta dal suo inventore, fu inventata vari anni sono dal signor Risler filatore a Cernay nell'Alsazia ed in seguito venne con molti perfezionamenti adattato alle diverse qualità del cotone. A dimostrare l'utilità di questa macchina credo opportuno di esporre alcune spiegazioni. Nella lavorazione del cotone le prime operazioni hanno per scopo di aprire la massa dei filamenti stata fortemente compressa e condensata nell'imballatura, questo smovimento nella massa si ottiene coi battitoi ai quali si sottomette il cotone prima di passarlo alla cardatura; ma l'azione del battitoio eccellente fin tanto che la materia è addensata va perdendo della sua efficacia quando essa comincia a diradarsi; ora in

questo stato il cotone non è ancora sufficientemente preparato per essere passato alla cardatura; poichè se la massa delle fibre è allargata si hanno però ancora molti fiocchi non ancora districati, i quali sarebbero strappati dall'armatura fina delle carde; cosicchè si è obbligati a ripetere i passaggi al battitoio, quantunque la macchina lavori in condizioni meno favorevoli per lo scopo da raggiungere, cioè di diradare le fibre; e infatti molti fiocchi che restano dopo un primo passaggio, si ritrovano ancor dopo i successivi. Mentre quindi si ricava un piccolo effetto utile, si va incontro al difetto di deteriorare le fibre coll'eccessivo svettamento.

Havvi quindi tra l'operazione della svettatura e quella della cardatura una lacuna nella lavorazione: lacuna che venne già da tempo avvertita dai filatori per cui si riconobbe il bisogno di suddividere ancora le operazioni intercalando fra la svettatura e la cardatura, un'operazione la quale invece di agire brutalmente e indifferentemente sulla massa come il battitoio, oppure minutamente sulle singole fibre come la carda, spiegasse invece la sua azione sui fiocchi aprendoli con delicatezza senza logorare le fibre con violenza come farebbe il battitoio, o strapparle come non potrebbe a meno di fare la carda: ed è a questo scopo che si inventarono i cosiddetti *battittoi cardatori* perchè per gli organi che li compongono e per la loro disposizione partecipano di amendue le macchine.

L'*express-card* del Risler è appunto una di queste macchine destinate ad eseguire quest'operazione intermedia. Questa macchina assomiglia ad un battitoio nelle sue disposizioni generali, solo che invece dell'aspo, che è l'organo svettatore, si ha un tamburo la cui superficie cilindrica è armata di aghi meno fitti che quelli della carda. Fra il battitoio e l'*express-card* vi ha quindi questa differenza, che nel primo il cotone riceve in un minuto 3000 colpi delle lame dell'aspo; ma non ostante la grande velocità, l'azione è intermittente; essa è uniforme per tutta la larghezza dell'alimentazione, ed il cotone si stacca dalla falda d'alimentazione in tante liste quanti sono i colpi della lama; nell'*express-card* invece il lavoro è continuo, e la falda fornita dall'alimentatore è in moto con-

minuti se verdi, 15 se secchi: estratto il paniere si lascia sgocciolare l'acqua; gli steli così preparati si stigliano a mano con molta facilità. Due uomini in 10 ore di lavoro possono produrre 75 kilog. di tiglio verde. Questo procedimento di stigliatura come si vede è molto semplice e non richiede che una caldaia sola, ma è solo applicabile ove la mano d'opera è a buon mercato.

In principio d'ottobre ebbero luogo le esperienze pel concorso delle stigliatrici del Ramieh: ma finora non venne pubblicata alcuna relazione sul medesimo.

La questione della stigliatura non è ancora completamente risolta; la difficoltà principale consiste nell'estrarre tiglio della miglior qualità col minor costo possibile; due condizioni non tanto facilmente ottenibili contemporaneamente. La relazione ci dirà sino a qual punto sia arrivata la soluzione della questione.

Grun a Guebwiller e a Lure.

Questo fabbricante espose una numerosa serie di macchine per la filatura della lana e del cotone, rimarchevoli in generale per l'eccellente loro costruzione e fornite di miglioramenti nei loro particolari: alcune poi presentano delle parti nuove o ancor poco note, credo perciò utile di ricordarle, specialmente quali sono l'*Express carde* e la pettinatrice Imbs.

L'*Express carde* pel cotone, così detta dal suo inventore, fu inventata vari anni sono dal signor Risler filatore a Cernay nell'Alsazia ed in seguito venne con molti perfezionamenti adattato alle diverse qualità del cotone. A dimostrare l'utilità di questa macchina credo opportuno di esporre alcune spiegazioni. Nella lavorazione del cotone le prime operazioni hanno per scopo di aprire la massa dei filamenti stata fortemente compressa e condensata nell'imballatura, questo smovimento nella massa si ottiene coi battitoi ai quali si sottomette il cotone prima di passarlo alla cardatura; ma l'azione del battitoio eccellente fin tanto che la materia è addensata va perdendo della sua efficacia quando essa comincia a diradarsi; ora in

questo stato il cotone non è ancora sufficientemente preparato per essere passato alla cardatura; poichè se la massa delle fibre è allargata si hanno però ancora molti fiocchi non ancora districati, i quali sarebbero strappati dall'armatura fina delle carde; cosicchè si è obbligati a ripetere i passaggi al battitoio, quantunque la macchina lavori in condizioni meno favorevoli per lo scopo da raggiungere, cioè di diradare le fibre; e infatti molti fiocchi che restano dopo un primo passaggio, si ritrovano ancor dopo i successivi. Mentre quindi si ricava un piccolo effetto utile, si va incontro al difetto di deteriorare le fibre coll'eccessivo svettamento.

Havvi quindi tra l'operazione della svettatura e quella della cardatura una lacuna nella lavorazione: lacuna che venne già da tempo avvertita dai filatori per cui si riconobbe il bisogno di suddividere ancora le operazioni intercalando fra la svettatura e la cardatura, un'operazione la quale invece di agire brutalmente e indifferentemente sulla massa come il battitoio, oppure minutamente sulle singole fibre come la carda, spiegasse invece la sua azione sui fiocchi aprendoli con delicatezza senza logorare le fibre con violenza come farebbe il battitoio, o strapparle come non potrebbe a meno di fare la carda: ed è a questo scopo che si inventarono i cosiddetti *battittoi cardatori* perchè per gli organi che li compongono e per la loro disposizione partecipano di amendue le macchine.

L'*express-cardé* del Risler è appunto una di queste macchine destinate ad eseguire quest'operazione intermedia. Questa macchina assomiglia ad un battitoio nelle sue disposizioni generali, solo che invece dell'aspo, che è l'organo svettatore, si ha un tamburo la cui superficie cilindrica è armata di aghi meno fitti che quelli della carda. Fra il battitoio e l'*express-cardé* vi ha quindi questa differenza, che nel primo il cotone riceve in un minuto 3000 colpi delle lame dell'aspo; ma non ostante la grande velocità, l'azione è intermittente; essa è uniforme per tutta la larghezza dell'alimentazione, ed il cotone si stacca dalla falda d'alimentazione in tante liste quanti sono i colpi della lama; nell'*express-cardé* invece il lavoro è continuo, e la falda fornita dall'alimentatore è in moto con-

tinuo districata dagli aghi del tamburo, i quali agiscono bensì per tutta la lunghezza dell'alimentatore, ma ciascun ago agisce solamente su piccola porzione del cotone, e può così più facilmente disfare i fiocchi. Questa grande divisione portata nei filamenti facilita assai l'espulsione delle materie estranee. Dal tamburo grande il cotone passa sopra un altro più piccolo e da questo sopra un terzo; in questi successivi passaggi il cotone è vieppiù aperto e più facilmente sono espulse le materie estranee. L'eccellente lavoro di questa macchina si rileva dal confronto dell'ovatta che essa fornisce con quella di un battitoio, poichè essa è più aperta e più pulita; ed i cascami, costituiti quasi esclusivamente di bottoni frammisti di semi, di foglie, cioè senza fibra frammiste.

L'armatura dell'*express-cardé* si conserva senza bisogno di aguzzatura, e gli aghi essendo radi non occorre di pulirli, perchè per forza centrifuga slanciano via tutte le materie estranee mentre le tolgono dai filamenti. L'ovatta lavorata con questa macchina essendo più pulita e più aperta che quella che si ha dal battitoio, facilita molto il lavoro della cardatura, ed i filati che se ne ottengono poi sono più netti, robusti, si strappano meno facilmente nella loro lavorazione ed impiego.

Oltre a quest'organo principale qual è il tamburo cardatore, il sig. Risler introdusse poi ancora altre modificazioni: nel battitoio, la corrente d'aria che trasporta i filamenti dall'aspa ai tamburi svettatori, è in parte generata dall'aspa stessa, cosicchè le pagliuzze che vengono dai colpi dell'aspa staccate dai filamenti invece di sfuggire dalle graticole, sono trascinati da questa corrente e tenute assieme alle fibre. Nell'*express-cardé* invece il tamburo produce una ventilazione assai piccola e la corrente d'aria prodotta dall'aspiratore degli ovattori, entra nella macchina dopo la seconda graticola: essa viene quindi a prendere la massa del cotone per trasportarlo agli ovattatori, dopo che questa ha potuto lasciare sfuggire dalla graticola non solo le sostanze pesanti ma anche quelle leggere, essendo queste fuori dell'azione della corrente d'aria. L'introduzione dell'aria è poi regolata da apposita ventola.

L'autore introdusse poi ancora altri miglioramenti per adattare la macchina alle diverse qualità di cotone: così pei cotoni comuni l'alimentatore si compone di due coppie di cilindri, fra i quali il cotone è un po' stirato prima di essere presentato al cardatore; invece per la macchina che deve trattare cotoni corti l'alimentatore è a doccia, perchè così esso si può avvicinare di più al cardatore.

In grazia di un lungo studio ed esperienze il signor Risler portò la sua macchina ad un alto grado di perfezione, cosicchè essa viene convenientemente a colmare quella lacuna che si lamentava nell'assortimento delle macchine per la lavorazione del cotone — e della sua utilità ne è prova il favore che essa gode presso i filatori.

Pettinatrice Imbs.

Sono ormai 35 anni dacchè Jossé Heillman enunciò il principio per una razionale pettinatura delle fibre e ne fece l'applicazione creando la pettinatrice che porta il suo nome: macchina che è una delle più belle ed ingegnose invenzioni fra le tante che si hanno nelle industrie tessili. Aperta così la via molti inventori si misero su di essa; alcuni riproducendo la macchina nelle sue forme generali con miglioramenti nei particolari, altri applicando il principio di Heillman, ma dando agli organi disposizione e forma affatto diversa. Tutte queste variazioni avevano essenzialmente per scopo sia di adattarla più specialmente a certe fibre, sia di diminuirne il costo, di semplificarla e di aumentarne la produzione: grande quindi è il numero delle pettinatrici che si hanno oggidì nell'industria; ingegnose per la disposizione degli organi e per la perfezione della loro costruzione e funzionamento. Ma se queste macchine trovarono così estesa applicazione nella lavorazione della lana, nelle quali diedero origine a nuovi rami d'industria che prima non esistevano, nel trattamento del cotone pel quale era stata ideata, ebbe invece un'applicazione assai ristretta e ciò appunto in causa della sua produzione limitata, per cui il costo di lavorazione riesce di troppo elevato rispetto a quello della

materia prima; essa non venne quindi applicata che nella pettinatura dei cotonei destinati alla filatura dei numeri fini, pei quali il valore del prodotto compensa il maggior costo della lavorazione.

Ad eliminare od almeno diminuire questo difetto di produzione si accinsero con più o meno favorevole risultato varii meccanici, fra i quali il sig. Imbs, che dopo molti anni di esperienze e di miglioramenti portò la sua pettinatrice ad un alto grado di perfezione, giacchè essa ad una notevole produzione unita ad una grande regolarità nel pettinato, congiunge il pregio del minor costo e della semplicità. Gli organi lavoratori di questa macchina consistono essenzialmente in una morsa d'alimentazione, una di scarico ed un tamburo pettinatore. Le due morse sono disposte orizzontalmente e parallelamente l'una in faccia all'altra, esse oltre al movimento di aprirsi e chiudersi ne hanno pure uno di traslazione, in modo da avvicinarsi od allontanarsi l'una dall'altra; il tamburo pettinatore sta fra le due morse, esso è di piccolo diametro; ed oltre al movimento di rotazione sul proprio asse è dotato di un movimento alternativo di traslazione dal basso all'alto e viceversa; quando è all'estremità superiore della corsa esso viene a trovarsi fra le due morse; quando si abbassa lascia libero il campo alle due morse di avvicinarsi. Questo tamburo è formato da tanti anelli armati di aghi, infilati l'un contro l'altro su un albero e ad esso fermati, in modo da costituire una superficie unita di aghi; in grazia di questa disposizione si può facilmente cambiare l'armatura sostituendo gli anelli con altri aventi aghi più fini o più grossi adatti al genere della materia che si lavora. La velocità di questo tamburo si può poi variare in modo da far agire il pettine per un tempo più o meno lungo sulle fibre. Il modo di operare di questi organi per pettinare è il seguente: supponiamo che il tamburo pettinatore vada abbassandosi, le due morse prenderanno ad avvicinarsi: mettiamo che quella di destra sia la morsa di alimentazione e quella di sinistra la morsa di scarico, guardando la macchina nella direzione dell'asse del tamburo; la morsa di destra sarà chiusa e terrà sporgente da essa una

porzione di ovatta; quella di sinistra sarà aperta e terrà pendente la coda dell'ovatta lavorata nel periodo precedente; arrivata all'estremità della corsa la morsa di destra posa l'estremità anteriore dell'ovatta che essa tiene sulla coda dell'ovatta di sinistra, che si mette in moto, quindi si arresta e la morsa ora si chiude: quella di destra si apre e si allontana dall'altra, lasciando in tal modo uscire una porzione di falda, a questo punto entrambe si chiudono e si allontanano, e la falda di fibre presa fra le due morse e da esse tirata si strappa.

Ora abbiamo così due porzioni di ovatta pendenti dalle morse: a questo punto il tamburo nella sua traslazione dal basso all'alto, viene ad agire sulle fibre della morsa d'alimentazione cioè di destra dal disotto, e su quelle della morsa di sinistra dal disopra; l'azione è graduata perchè il pettine comincia a lavorare le fibre che sporgono di più, poi di mano in mano si addentra fra esse: giunto all'estremità della corsa ascendente ed all'altezza delle morse il pettine è quasi tangente alla bocca delle morse; esso comincia ora a discendere lasciando le fibre pettinate, quelle di destra volte all'insù e quelle di sinistra all'ingiù; le due morse si avvicinano, quella di destra posa l'estremità anteriore pettinata della falda sulla porzione posteriore stata contemporaneamente pettinata e amendue le morse si aprono. Dietro la morsa a sinistra l'ovatta essendo presa fra due cilindri scaricatori, questi quando le due morse si aprono si mettono in movimento e tirano avanti una porzione di ovatta, e così di seguito. Tutti gli organi si possono spostare onde adattarsi alla lunghezza delle fibre da pettinare. Questa macchina lavora un'ovatta di 0,80 di larghezza ed anche più e da un pettinato il più perfetto ed a miglior mercato; è applicabile non solo ai cotoni Yumel Luisiana e delle Indie, ma ancora a ripassare i cascami della pettinatrice Heillmann.

La sua produzione in pettinato è da kg. 1,75 a 2.60 per ora secondo la qualità della materia prima; essa è certamente una delle migliori per la pettinatura dei cotoni. Alla pettinatrice pel cotone il sig. Imbs accompagnò uno stiratoio analogo a quello impiegato nella filatura per la lana merina intermedia

allo scopo di evitare l'operazione della torsione consolidando cioè il lucignolo collo sfregatoio.

La Ditta Grün conteneva pure nella sua esposizione una pettinatrice Grün Offermann che è una modificazione della Menier, la quale è una variante della Heillman.

Telaio circolare per tessuti lisei di Giorgio Wasserman di Zurigo.

Nei telai impiegati per le stoffe il tessimento si fa mediante il movimento *alternativo* della spola attraverso i fili dell'ordito; conseguenza di questo movimento alternativo sono gl'urti della spola ad ogni estremità della corsa, e quelli del battente, che deve fare la sua battuta rapidamente fra una cacciata e l'altra della spola: questi urti non possono a meno di avere un'influenza nociva sia sulla macchina che sui fili di trama e di ordito. Nel telaio Wasserman l'azione del tessimento è continua ed il battente agisce piuttosto per pressione che per urto. Questo telaio è costituito da una colonna centrale che porta tutto il meccanismo. Inferiormente ed attorno ad essa sono disposti 20 subbi d'ordito che formano un poligono di 20 lati. L'ordito si eleva e passa attraverso un anello circolare per modo che prende la forma cilindrica; al disopra dell'anello i fili passano nelle maglie di licciuole disposte radialmente e quindi attraverso un pettine circolare le cui stecche sono pure disposte radialmente; questo è inclinato rispetto all'orizzonte ed è dotato di un movimento ondulatorio, attorno al suo centro come il pettine della macchina Hubner. Su questo pettine scorre in una guida la spola che porta la trama; essa si muove in grazia del movimento ondulatorio del pettine perchè, trovandosi inclinato, la spola discende pel proprio peso lungo la guida, tramando così l'ordito. Al disopra del pettine il tessuto fabbricato scorre sopra un anello rigido e fisso che funge da tempiale ed impedisce al tessuto di restringersi; oltrepassato l'anello il tessuto anulare prende la forma di cuneo e va ad avvolgersi sopra un subbio, comandato da un regolatore a movimento continuo. Sulla colonna centrale sono col-

locati i meccanismi che trasmettono il movimento ai vari organi, cioè ai licci divisi in 20 settori e comandati indipendentemente l'uno settore dall'altro da 20 *ratiere*, al regolatore ed al pettine.

Funzionamento. — I licci aprono l'ordito nella zona in cui il pettine si trova più basso, la spola per effetto dell'inclinazione di questo scende e passa fra i fili; e siccome il pettine cambia continuamente di posizione il movimento della spola è continuo, ed essa svolge la trama fra i fili che vanno continuamente aprendosi a lei dinanzi.

Nella parte in cui il pettine trovasi più alto, esso viene a spingere la trama contro il vertice dell'angolo formato dai fili, i quali si chiudono dietro la spola. Siccome nel telaio si hanno 20 *ratiere* si possono fare sullo stesso tessuto 20 bande con intreccio differente; il tessuto che si ottiene è tubulare, e per utilizzarlo devesi tagliare per lungo; si può facilitare questa divisione, ed anche avere le cimose sui lembi, intercalando a distanza della larghezza della pezza alcuni fili con armatura garza inglese. L'inventore reclama per il suo telaio i vantaggi di avere un movimento continuo in modo che le diverse operazioni si succedono progressivamente, invece che nei telai comuni sono discontinue e per conseguenza con urti. Che l'ordito si logora meno e quindi meno fili strappati e meno arredi del telaio. Che il movimento essendo continuo può essere più rapido; che la spola camminando per forza della gravità per effetto dell'accelerazione la velocità sarebbe senza limiti teoricamente. Il telaio che funzionava all'esposizione era mosso a mano, ma si potrebbe comandarlo meccanicamente.

Ho avuto solamente l'occasione di vedere il telaio in movimento per poco tempo; esso funzionava discretamente ma allo stato attuale non da tutti i vantaggi che pretende il suo inventore; la riduzione trama era molto irregolare, il che vuol dire che l'azione del pettine non è sufficiente, e che il modo di avvolgimento non è uniforme. La velocità poi della spola che l'inventore dice essere praticamente cinque volte quello di qualunque altro telaio, infatti però era abbastanza lenta. Un difetto che a mio avviso si può rimproverare a questo telaio

si è che tutto il meccanismo essendo chiuso entro l'ordito, non è facilmente accessibile, poichè se occorre toccare qualche cosa di esso, bisogna non solo arrestare il telaio, ma ancora rallentare qualche subbio dell'ordito per poter aprire questo e passare la mano; non è però un difetto capitale, e può esser reso meno grave con una costruzione perfezionata.

L'idea del telaio circolare non è nuova, perchè da parecchi ne venne tentata l'attuazione fra questi il Durand, del quale ricordo di aver visto 20 anni sono un piccolo telaio per fabbricare i tessuti tubulari al Conservatorio d'arti e mestieri di Parigi; ma finora nessuno era riuscito a diventar pratico. Il telaio del Wasserman essendo allo stato di prima attuazione non si può da esso pretendere tutta la perfezione; l'idea è ingegnosamente sviluppata, perfezionando i particolari, e togliendo le cause di imperfezione potrà venire utilmente impiegato, specialmente se diretto alla lavorazione di prodotti particolari. Quest'invenzione merita di essere noverata fra le poche novità dell'Esposizione in fatto di macchine per le industrie tessili.

Telaio a maglia per ordito *Sistema Artur Paget.*

Le maglierie generalmente in uso e più conosciute sono costituite dall'intreccio di un filo su di se stesso, il quale corre sinuoso a tratti successivi e normali alla lunghezza del tessuto; e per analogia di posizione colla trama dei tessuti comuni questo filo si può chiamar trama e quindi questo genere di tessuto si distingue col nome di tessuto a maglia per trama.

Un altro genere di maglia meno estesamente fabbricato ed ancor meno conosciuto è il tessuto a maglia per ordito: esso non risulta più dall'intreccio nel senso trasversale, ma bensì dall'intreccio di fili nel senso longitudinale. È noto come le maglierie del primo genere si possono fabbricare con due procedimenti: 1° di una falda semplice di larghezza limitata e di lunghezza indefinita. Su questa forma vengono tagliate por-

zioni secondo modelli, le quali poi cucite assieme vengono a prender forme speciali di gonne, corpetti, mutande, ecc. 2° Con altro procedimento invece la maglia è fabbricata in porzioni sotto forme definite, per modo che basta riunire assieme queste porzioni per avere l'oggetto fatto; ed ancora si fabbrica immediatamente l'oggetto avente la forma finale di un tubo con tutte le variazioni di diametro convenienti, cosicchè non occorre più di riunire le parti colla cucitura; questo genere di maglieria dicesi a diminuzione; dovrebbero piuttosto chiamare a variazione.

Questi due generi di procedimento che si hanno per la maglieria per trama, si hanno pure per la maglieria per ordito. I tessuti a maglia per ordito, se in falda, sono impiegati per cortine, per coperte, grembiali ed anche per ornamentazione; se a larghezza variata sono impiegati nel vestiario da donna.

La disposizione schematica di un telaio a maglia per ordito è la seguente. Un fascio di fili si svolge da un subbio collocato nella parte superiore del telaio; questi fili disposti parallelamente in un piano sono avviati al basso e vengono a passare in una specie di forchetta che funziona da guida-filo: immediatamente al disotto fra un guida-filo e l'altro sono disposti in posizione presso che normale ai fili gli aghi a punta ricurva tutti giacenti in un piano: i guida-fili possono ricevere un movimento laterale in modo da passare dalla destra alla sinistra degli aghi di uno o più: gli aghi invece possono avanzarsi o ritirarsi scorrendo nella loro guida come quelli della macchina Lamb; a destra di ciascun ago è disposto un uncino, il quale può alzarsi al disopra degli aghi, oppure abbastanza al disotto dei medesimi. Dietro il guida-filo e fra un ago e l'altro sono disposte le piastre di abbassamento, come pei telai da maglia rettilinei ordinari.

Il funzionamento di questi organi è il seguente. I fili d'ordito che arrivano dall'alto passano nella forchetta del guida-filo e sono legati al basso del telaio quando s'inizia il tessuto: quando si è in lavorazione già avviata, essi vanno al tessuto sospeso agli aghi. Al primo movimento, i guida-fili si spostano lateralmente da destra a sinistra di ciascun ago e vengono a

coricare i fili sull'ago di sinistra ; tutti gli aghi si ritirano ora indietro, in modo che il filo viene ad esser preso sotto l'uncino dell'ago. Il becco di ciascun ago riceve ora l'azione del premitoio, e la sua punta entra nella cocca chiudendo così l'uncino. Continuando il movimento di ritiro dell'ago, la maglia fatta nel ciclo precedente e che trovavasi a cavallo dell'ago sale sul becco e scorrendo verso l'estremità dell'ago cade fuori del medesimo rimanendo così accavallata sulla maglia calata nel precedente ciclo.

Gli aghi continuano a ritirarsi sino ad essere più indietro degli uncini, allora i guida-fili fanno un movimento di ritorno dalla sinistra alla destra degli aghi: gli uncinetti si abbassano e colla parte interna dell'uncino vengono a poggiare sul filo che va da sinistra a destra, cioè dall'ago al guida-filo; gli aghi ora ritornano ad avanzarsi, mentre gli uncini continuano a discendere e tirano le maglie.

Se ora i guida-fili fanno un terzo movimento da destra a sinistra, ma non più per l'intervallo di un ago, ma di due, il filo verrà disteso sopra il primo ed il secondo; ritirandosi gli aghi, esso passerà sotto il becco del secondo ago di sinistra; gli aghi ritirandosi e il premitoio chiudendo il becco dell'ago, la maglia che stava indietro sul secondo ago verrà a salire sul becco e poi sfuggirà dall'ago accavallandosi sul filo preso nel becco; i guida-fili ritornano a destra lasciandosi una maglia sul secondo ago di sinistra, poscia prima che gli aghi si siano avanzati di nuovo per ricevere una nuova fila di maglie il guida-filo si porterà di nuovo verso destra e gli organi avranno ripresa la posizione primitiva.

La base di questa lavorazione consiste quindi nell'obbligare un filo a far la maglia non solo sull'ago immediatamente vicino, ma a farne una seconda sull'ago che gli vien dopo: ago sul quale è lasciata la maglia del filo successivo del primo a sinistra. Notisi che il movimento dei guida-fili può farsi sia a destra che a sinistra, variando così la forma dell'intreccio.

Il telaio esposto ha 1008 aghi e per conseguenza un egual numero di guida-fili, di premitoi, di uncinetti: si può tessere un tessuto di m. 2,10 di larghezza.

Il sig. Paget, oltre alla costruzione finitissima e di somma perfezione richiesta da questo genere di macchine, introdusse notevoli perfezionamenti per assicurare il funzionamento dei diversi organi; fra questi perfezionamenti havvi quello che riguarda il cambio dell'ordito, quando il subbio si approssima al fine: negli altri telai analoghi quest'operazione richiede circa tre ore; ora nel nuovo telaio, il quale lavora a 120 evoluzioni per minuto, il subbio può durare due giorni; si avrebbero per conseguenza tre ore di arresto del telaio ogni 2 giorni, il che sarebbe assai gravoso; coi perfezionamenti introdotti dal Paget, l'operazione del cambio dell'ordito può farsi impiegando da 20 a 30 minuti. L'inventore ha pure disposto affinché su questo telaio si possa fabbricare una falda con frangia attorno come p. e. per una coperta, e di poter lavorare il tessuto con tre cimose cosicchè il tessuto una volta tolto dal telaio si può dividere per lungo senza pericolo che si sfilii.

Per l'originalità del lavoro, per i perfezionamenti introdotti dal Paget questo telaio era certamente una delle macchine più interessanti; esso allarga assai il campo in questo genere di maglieria.

Harrison-Manchester: Macchine da far la maglia.

Fra le diverse macchine da far la maglia presentate da questa fabbrica, avviene una del sistema Lamb la quale merita osservazione per un perfezionamento importante. Essa invece di due eccentrici per ciascuna faccia dal corsoio come hanno ordinariamente queste macchine, ne ha quattro, questa nuova disposizione permette di fare due fila di maglie in una sola andata, producendo così un lavoro doppio di quello che si ottiene dalle macchine fin qui fabbricate a due eccentrici; essa è adatta a fabbricare tutti i lavori a manicotto formati cioè a maglia diminuita: per mezzo di quattro eccentrici ed impiegando due fili si può con essa fabbricare un tessuto a doppia faccia, cioè con colore diverso delle due faccie; oppure con fili di diversa natura, come p. e. cotone dentro e lana fuori oppure

due oggetti ad un tempo. Come costruzione poi le macchine esposte da questa fabbrica nulla lasciano a desiderare.

**Macchina a far le reti di Gallard e Channier
esposta dalla fabbrica di Five-Lille.**

Questa macchina fabbrica le reti simili a quelle fatte a mano: ha 150 spole, che ad ogni evoluzione fanno 150 maglie. Colla velocità normale di 12 colpi al minuto da $150 \times 12 = 1800$ maglie. Le dimensioni di queste si possono variare da 20 a 70 millimetri di lato. La massima larghezza della rete dipende da quella delle maglie essa è di mt. 4,241 con 150 maglie di 20 mm. di lato. Si possono fare diverse pezze parallele colle loro cimosse: la rete è fatta con ordito e trama, che s'incrociano in maniera che il nodo è identico a quello fatto a mano. La macchina è somigliante a quella del tull: essa ha però oltre i due carri per le spole, una sbarra con aghi in numero eguale a quello dei fili i quali passano nella cruna di essi; una sbarra con uncini in egual numero degli aghi; ed una sbarra con guida-fili, la quale serve a tener ciascun filo nella sua posizione, ed alimentare della quantità di filo occorrente ad ogni oscillazione dei carri, per far il laccio sull'uncino, e gli aghi onde farvi passare entro la spola, poi a tirare indietro il filo rallentato quando il dito si alza per gettare il nodo sull'ago e per tendere l'ordito e serrare i nodi. È una macchina non nuova ma che ha diversi perfezionamenti nei particolari, assai interessanti, e viene a sostituire il lavoro lunghissimo fatto a mano.

Durozoi — Macchina per apparecchiare i cappelli di feltro.

Fra le molte macchine che costituiscono l'assortimento per la fabbricazione dei cappelli di feltro, ha speciale importanza quella che serve a dare la forma al cono di feltro, prodotto colle operazioni di feltratura. Per lungo tempo si lottò contro una difficoltà che derivava dalla forma del cappello il quale in alcune parti essendo rientrante non permetteva l'impiego di

controforma solida, perchè questa non avrebbe più permesso di estrarre il cappello. Questa difficoltà venne eliminata solo quando si inventò la controforma elastica, compressa contro il feltro posto sulla forma, da pressione dell'acqua che agisce direttamente sul foglio di gomma elastica. Per effetto della pressione la falda elastica è obbligata ad adattarsi a tutte le variazioni che presenta la forma sulla quale è calzato il feltro, anche quelle che sono in rientranza ossia a sotto squadro — la pressione dell'acqua sulla falda di gomma essendo uniforme in tutti i punti il feltro riceverà quindi una pressione anche uniforme. Una volta ottenuta la formatura del feltro, togliendo la pressione la falda si rallenta e può quindi con tutta facilità uscire dalle rientranze della forma lasciando così il cappello libero di venire estratto fuori. La forma poi essendo cava, si può in essa immettere vapore e riscaldarla; onde dare l'apparecchio a caldo mentre il feltro è sotto pressione.

Il signor Durozoi fra le varie macchine destinate alla capPELLERIA espose un premitoio fondato sul principio sovra esposto, molto pregevole per solidità, buona disposizione e facilità di manovra. Esso consiste in un zoccolo dal quale si innalzano 4 colonne che portano una cupola emisferica cava, colla concavità rivolta al basso: essa è fermata alla testa delle colonne per mezzo di dadi e controdadi che afferrano l'ala della cupola. Sul piano di quest'ala viene ad adattarsi un anello che è fissato all'ala per mezzo di chiavarde — fra l'ala e l'anello si serra una falda di gomma elastica che così chiude l'apertura della cupola. Fra le quattro colonne e da esse portata havvi una tavola, avente nel centro un foro che dà passaggio al gambo della forma sulla quale si dispone il feltro: questo gambo è inferiormente legato ad una leva equilibrata da un peso, cosicchè la forma si può con tutta facilità alzare ed abbassare. Il peso della forma essendo in eccesso rispetto al contrapeso essa tende quindi a star abbassata.

La tavola ha poi due altri fori attraverso ai quali passano le aste degli stantufi di due torchi idraulici — le estremità superiori di queste aste vengono a puntare sotto la forma.

Per mezzo di tubi muniti di rubinetti si può far arrivare

l'acqua in pressione nella cupola o nei torchi sopradetti. Il funzionamento della macchina è il seguente: — Si apre il rubinetto che porta il vapore nell'interno della forma la quale così è riscaldata. La forma essendo abbassata vi si colloca sopra la falda o calotta di feltro. Quindi aprendo un poco il rubinetto che conduce l'acqua ai torchi idraulici gli stantuffi di questi puntando sotto alla forma la alzano; sino a che il lembo piano della forma venga toccare la falda di gomma; a questo punto si chiudono i rubinetti dei torchi e mediante una chiavetta si rende fissa la posizione della forma, cosicchè essa non può più nè salire nè scendere. Si apre ora un rubinetto che mette in comunicazione la cupola con un accumulatore idraulico. L'acqua con pressione di 80 atmosfere venendo a premere sulla falda di gomma la obbliga ad adattarsi a tutte le parti della forma: il feltro è così preso in mezzo tra le falde di gomma e la forma, ed obbligato ad adattarsi a questa: — in 10 secondi l'operazione è terminata. Si chiude ora la comunicazione coll'accumulatore e si aprono i rubinetti di scarico dei torchi e si libera il gambo della forma; questa per il suo peso discende, e permette di levare da essa il cappello foggiato ed apparecchiato. Il signor Durozoi ha pure costruito una macchina identica, ma per le officine di minor produzione: essa è senza accumulatore e la pressione è data per mezzo di una pompa a mano.

In quanto a costruzione sono molto ben lavorate, e suscettibili di una grande produzione.

Credo poi utile di richiamare l'attenzione sulla felice idea di impiegare come controforma la falda di gomma elastica, perchè questa disposizione può essere applicata anche ad industrie diverse della cappelleria.

Torino, 30 dicembre 1889.

Il Prof. di Tecnologia Meccanica
Ing. CESARE THOVEZ.

INDICE



INDICE

R. Decreto del 23 novembre 1862, N. 1001, che istituisce il R. Museo Industriale Italiano	Pag.	5
Legge del 2 aprile 1865 che stabilisce in Torino la sede del R. Museo Industriale Italiano	"	6
Deliberazione del Consiglio Provinciale di Torino estratta dal verbale della seduta del 12 ottobre 1875	"	8
Deliberazione del Consiglio Comunale di Torino, estratta dal verbale della seduta del 12 gennaio 1876	"	9
R. Decreto del 29 giugno 1879, che approva il Regolamento organico per il Regio Museo Industriale Italiano	"	10
Regolamento organico del R. Museo Industriale Italiano	"	12
R. Decreto del 3 luglio 1879, col quale è creata nella R. Scuola di Applicazione per gl'Ingegneri in Torino, col concorso del Museo Industriale Italiano, una nuova categoria di Ingegneri detti <i>Industriali</i>	"	17
Decreto Ministeriale del 7 ottobre 1881 che istituisce presso il Museo, Corsi speciali per formare Direttori ed Insegnanti delle Scuole di arti e mestieri	"	21
Decreto Ministeriale del 4 novembre 1881 che stabilisce quattro borse di studio, ciascuna di lire 1000, per studenti dei Corsi speciali istituiti col Decreto Ministeriale del 7 ottobre 1881	"	23

R. Decreto del 4 settembre 1884, col quale è istituito nel R. Museo Industriale Italiano un Museo Commerciale	<i>Pag.</i>	24
R. Decreto del 14 novembre 1888, che istituisce presso il R. Museo Industriale Italiano una Scuola con laboratorio di Elettrotecnica, ed aggiunge al ruolo organico del Museo un posto di Direttore del laboratorio di Elettrotecnica	"	27
Regolamento per l'esecuzione delle analisi chimiche nel laboratorio di Chimica tecnologica	"	29
Regolamento per gli allievi del laboratorio di Chimica tecnologica	"	31
Norme regolamentari per gli allievi dei corsi del R. Museo Industriale Italiano.	"	35
Amministrazione e Direzione del R. Museo Industriale Italiano per l'anno scolastico 1890-91	"	39
Personale insegnante pei Corsi superiori per Allievi Ingegneri	"	41
Idem pei Corsi biennali per Capi-fabbrica, ecc.	"	42
Idem pel Corso Superiore di Ornato	"	43

Orario dei Corsi.

Corso di Elettrotecnica per gli Ingegneri	<i>Pag.</i>	47
Id. per gli Ingegneri industriali	"	48
Id. di Industrie chimiche	"	51
Id. di Industrie meccaniche	"	53
Id. Superiore d'Ornato	"	55

Programmi degli insegnamenti che si impartiscono presso il R. Museo Industriale.

Corso teorico e pratico di Elettrotecnica per gl'Ingegneri	<i>Pag.</i>	59
Tecnologia meccanica	"	62
Chimica applicata ai prodotti minerali	"	68
Cinematica applicata alle macchine	"	70
Chimica tecnologica	"	74
Chimica analitica	"	78
Disegno a mano libera ed Ornato industriale	"	79
Macchine termiche e ferrovie	"	80
Disegno di macchine	"	85
Arte mineraria e Metallurgia	"	88

Composizione e costruzione delle macchine	Pag.	97
Nozioni di Statica grafica	"	102
Economia industriale	"	103
Fisica tecnica	"	108
Fisica generale ed applicata	"	111
Meccanica elementare	"	115
Meccanica applicata	"	119
Corso Superiore d'Ornato	"	124

Allievi iscritti nell'anno scolastico 1890-91.

Elettrotecnica	Pag.	129
Ingegneria industriale	"	130
Industrie chimiche	"	133
Industrie meccaniche	"	<i>ivi</i>
Corso Superiore d'Ornato	"	134
Corsi singoli	"	136
Riepilogo del numero degli allievi	"	137
Allievi che godevano borsa di studio nell'anno scolast. 1890-91	"	138

<i>Classificazione per ordine di merito degli allievi che nell'anno 1890 riportarono il DIPLOMA di Ingegnere industriale od il CERTIFICATO FINALE per gli studi compiuti presso il R. Museo Industriale Italiano</i>	"	139
--	---	-----

~~~~~

A P P E N D I C E

---

|                                                                                                                          |      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----|
| Sui progressi di alcune Industrie Chimiche all'Esposizione Universale di Parigi nel 1889. Note del prof. E. Rotondi      | Pag. | 145 |
| L'Elettrotecnica nell'Esposizione Universale del 1889 in Parigi. Note del prof. Galileo Ferraris . . . . .               | "    | 207 |
| La Meccanica Industriale all'Esposizione di Parigi nel 1889. Relazione dell'ing. prof. A. Bottiglia . . . . .            | "    | 301 |
| L'Industria Metallurgica all'Esposizione Universale di Parigi dell'anno 1889. Relazione del prof. A. Bonacossa . . . . . | "    | 347 |
| La Tecnologia Meccanica all'Esposizione Universale di Parigi nell'anno 1889. Ricordi del prof. Cesare Thovez . . . . .   | "    | 469 |