

### 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 Hertz 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 ricupatore, 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'Horre, 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 0/0 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 Hertz, pel fatto dell'aspirazione, deve pur essere causa di economia di combustibile, perchè il  $\text{CO}_2$  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. Hertz, 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 Walton-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 fondite 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 inviluppo 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 dell'o zolfo contenuto nelle cariche. Eppertanto è ora reso gene-

rale il trattamento dei residui di torrefazione di pirite che contengono ancora il 2 a 3 0|0 di zolfo. Si derivano ghise contenenti meno del 0,1 0|0 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 0|0 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 tenore 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 progred-

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 *Bicheroux*, 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 aggravii 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*. E 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 ghise 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; dànno 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 *Wilworth*, consistente nell'isolare il recinto di laboratorio e le camere rigenerative 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 rigenerative 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 rigenerative, 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 Körtling 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 combustibili 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, attesochè 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 0,0 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 0,0 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 0,0 P<sub>n</sub>, 1,50 a 1,80 di M<sub>n</sub> 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 0,0 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 trafileria, 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, guerniture 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 l'0,10 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 2,0 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 0/10 ed il carbonio a 0,1 0/10.

Ora che il problema della defosforazione fu completamente risolto, l'elemento il più nocivo che rimane nelle ghise da trasformarsi 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 insolite 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 tounellate 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 pei 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 riversibili 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 100 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'*elettrólisi*. 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 si sia 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. 0<sub>10</sub> di *Cu.* con una prima fusione diretta tradotta metalline al 38 0<sub>10</sub>; questa nel Convertitore Manhès, dopo 20 minuti d'iniezione del vento, diede un prodotto al 75 0<sub>10</sub> di rame e dopo 35' un rame nero al 98,3 0<sub>10</sub> di rame.

2° Un minerale di rame grigio al 12 0<sub>10</sub> *Cu.* e 9 0<sub>10</sub> *Sb.*, tradotto con una fondita in metalline al 29 0<sub>10</sub> *Cu.*; questa nel convertitore dopo 50 minuti di soffiatura ha dato un rame nero al 96.7 0<sub>10</sub> *Cu.* e 0,05 0<sub>10</sub> *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 0/10 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. 0/10; 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 0<sub>10</sub> Cn. ridotto circa al terzo ;

Mano d'opera ridotta del 50 0<sub>10</sub> ;

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 2<sup>1</sup>/<sub>3</sub> 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 0<sub>10</sub>. 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 pirite 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 0<sub>10</sub> di rame con 4 a

6 0/0 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 0/0 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 mangesifere 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 esercitasi 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 (Doubes) 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. 010 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 siasi 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 Aluminium 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 unendovi 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<sub>1</sub>0 Al; acciai al 2 0<sub>1</sub>0 Al; bronzi a vari tenori, leghe di rame, ferro e alluminio con tenori di quest'ultimo metallo fin dell'8 p. 0<sub>1</sub>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 devono superarsi in quest'operazione obbligano di adottare variati artifizii 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 millechort, 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 ornatisima 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 trafilatura, 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 0/10 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. 0/10 di allungamento, cioè come il miglior acciaio Bessemer.

I fili ottenuti alla trafilatura avrebbero presentato alla trazione una resistenza di 70 fino a 100 kg. per mm. q. con 15 a 20 p. 0/10 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 *Slesia*, 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 *Vieille 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 stat<sup>i</sup> 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 *Cyclone* nella Sezione americana ed un trituttore 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 polare 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 *Sluice* 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 triturare 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 triturarsi 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 triturarsi 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 orifizi 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 trituratore, 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 edifizii 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.º 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'analogo 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 Cornegliano 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 finezza 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 fanno 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 finezza 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.

---