

L'INGEGNERIA CIVILE

B

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

Si discorre nel Giornale di tutte le opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori od Editori.

MECCANICA APPLICATA

SULLA STABILITÀ DELLE VOLTE.

Nota dell'Ing. H. RESAL

all'Accademia delle Scienze di Parigi.

« Nelle opere che mi fu dato consultare, ammettessi, senza dimostrarlo, che se la spinta alla chiave di una volta è minima, la curva delle pressioni è tangente all'intrados nel giunto di rottura. Tenterò di dare una dimostrazione analitica di questo teorema, nella ipotesi che i profili dell'intrados e dell'estrados siano curve continue.

Scelgo ad assi coordinati l'orizzontale Ox e la verticale Oy del punto di applicazione della spinta P .

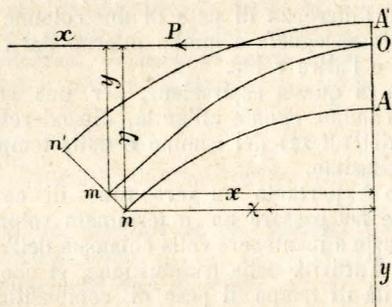


Fig. 16.

A ed A' sieno i punti d'intrados e d'estrados del giunto fittizio di chiave;

n ed n' gli stessi punti d'un giunto qualunque;

Q il peso della massa murale compresa fra AA' ed nn' ;

χ, η le coordinate di n ;

x, y le coordinate del punto m della curva delle pressioni sul giunto nn' .

Sia

$$\eta = \varphi(\chi) \quad \dots \quad (1)$$

l'equazione della curva di intrados; ed

$$y - \eta = a(x - \chi) \quad \dots \quad (2)$$

l'equazione del giunto nn' .

Si indichi infine con M il momento della coppia che nasce dal trasporto del peso Q , parallelamente a se stesso, nel punto O .

È evidente che M, Q ed a possono essere considerate come sole funzioni di χ . Si ha inoltre

$$Py = M + Qx \quad \dots \quad (3)$$

E la curva delle pressioni si otterrebbe eliminando η e χ fra (1), (2) e (3).

Pongasi ora:

$$\begin{aligned} M' &= \frac{dM}{d\chi} & Q' &= \frac{dQ}{d\chi} \\ \text{tang } \alpha &= \frac{d\eta}{d\chi} & \text{tang } \omega &= \frac{dy}{dx} & u &= \frac{d\chi}{dx} \end{aligned}$$

Le equazioni (2) e (3) differenziate rispetto ad x , danno

$$\text{tang } \omega - u \text{ tang } \alpha = a(1 - u) + \frac{da}{d\chi}(x - \chi)u$$

$$P \text{ tang } \omega = (M' + Q'\chi)u + Q$$

Se la curva delle pressioni passa per n le due equazioni diventano

$$\text{tang } \omega - u \text{ tang } \alpha = a(1 - u) \quad \dots \quad (2')$$

$$P \text{ tang } \omega = (M' + Q'\chi)u + Q \quad \dots \quad (3')$$

donde, eliminando u , si deduce

$$\left. \begin{aligned} P \text{ tang } \omega (a - \text{tang } \alpha) = \\ (M' + Q'\chi)(a - \text{tang } \omega) + Q(a - \text{tang } \alpha) \end{aligned} \right\} \quad \dots \quad (4)$$

Ma si ha pure

$$P\eta = M + Q\chi; \quad \dots \quad (5)$$

differenziandola, per dire che P è un massimo, si trova

$$P \text{ tang } \alpha = M' + Q'\chi + Q \quad \dots \quad (6)$$

Dividendo l'una per l'altra le (4) e (6), si ha la condizione

$$\left[(M' + Q'\chi)a + Q(a - \text{tang } \alpha) \right] (\text{tang } \omega - \text{tang } \alpha) = 0 \quad (7)$$

la quale non sarà generalmente soddisfatta che per

$$\omega = \alpha$$

e ciò dimostra il teorema enunciato.

Notisi che le equazioni (3') e (6) danno $u=1$ per il punto di contatto della curva delle pressioni col profilo d'intrados.

La curva delle pressioni non può passare da una parte all'altra della curva di intrados nel passare da una parte all'altra di quel punto di contatto; in altri termini per $x=\chi$ non si può avere

$$\frac{d^2 y}{d\chi^2} = \frac{d^2 \eta}{d\chi^2}$$

E infatti: l'equazione (1) dà:

$$\frac{d^2 y}{d\chi^2} - \frac{d^2 \eta}{d\chi^2} = \frac{d^2 a}{d\chi^2} + 2 \frac{da}{d\chi} \left(\frac{1}{u} - 1 \right) - \frac{a}{u^2} \frac{du}{d\chi} \quad (8)$$

ma per $x=\chi$ si ha $u=1$; e quindi il primo membro dell'equazione non potrà essere nullo, se non si avesse

$$\frac{du}{d\chi} = 0;$$

ma l'equazione (3) differenziata due volte, ove s'indichi con M'' e Q'' le derivate di M' e Q' rispetto a χ , darebbe

$$P \frac{d^2 y}{d\chi^2} = M'' + Q''\chi + \frac{Q'}{u} \frac{du}{d\chi}$$

e per il punto n della curva delle pressioni nell'ipotesi di cui sopra, dovrebbero avere

$$P \frac{d^2 \eta}{d\chi^2} = M'' + Q''\chi + Q'$$

Dalla equazione (5) si deduce invece

$$P \frac{d^2 \eta}{d\chi^2} = M'' + Q''\chi + 2Q'$$

Or bene queste due formule non sono compatibili tra loro a meno che non fosse

$$Q' \text{ ossia } \frac{dQ}{dx} = 0$$

ciò che non ha mai luogo.

Le stesse considerazioni sono applicabili per il giunto di rottura alle reni dell'estrados ».

IDRAULICA PRATICA

SUL PARERE

del Chiarissimo Prof. Comm. RICHELMY,

(Veggasi il numero precedente a pag. 49).

Osservazioni dell'Ingegnere FRANCESCO CROTTI

Abbiamo ricevuto, nello stesso giorno, una lettera del signor ing. Francesco Crotti ed una dichiarazione del signor comm. prof. Richelmy.

La lettera ha per oggetto le tre seguenti obiezioni, e la dichiarazione, che pubblichiamo in nota, risponde appunto alla prima di esse.

« Il prof. Richelmy fa tre obiezioni al processo analitico del mio Saggio d'un nuovo avviamento agli studi idraulici, le quali io mi sento in obbligo di confutare.

« La prima obiezione dice: « L'integrale dell'equazione $V''_x + V''_y = A$ dato dal Saggio colla relazione $V = \varphi(i) Q_{x,y}$ oppure $V = \varphi(i) Q_{y,x}$ non è unico perchè $Q_{x,y}$ e $Q_{y,x}$ non sono identiche fra loro ».

« Rispondo che queste due quantità sono proprio identiche e che ciò doveva essere perchè le condizioni al limite da me date erano necessarie e sufficienti a determinare perfettamente l'integrale. Gli esempi aritmetici a me consigliati di fare, li ho spediti tosto al signor prof. Richelmy, e provano, se pur è necessario, che si ha effettivamente $Q_{x,y} = Q_{y,x}$ (1).

« La seconda obiezione dice erroneo il credere che $V = Q \times \varphi(i)$ sia più generale di $V = Q i \times \text{cost}$.

« Osservo che in questo secondo caso è implicita l'ipotesi che le resistenze radenti tra i filetti siano *proporzionali* alle velocità relative, ipotesi di cui mi compiaccio aver potuto fare a meno, tanto più che non la credo proprio giusta.

« La terza obiezione dice: « Se la temperatura, la densità, la torbidezza, ecc., influiscono sul moto del liquido perchè viene questo rappresentato con una funzione Q perfettamente determinata in funzione delle coordinate e dove non vi sono disponibili coefficienti? ».

« Rispondo che la soluzione è $V = Q \times \varphi(i)$ e non già $V = Q$. Quindi in $\varphi(i)$ possono trovar posto quanti coefficienti si vogliono.

« Spero che il signor prof. Richelmy vorrà riconoscere la giustezza di queste mie risposte e prego in ogni modo questo egregio signor Direttore a voler pubblicare queste mie righe nel prossimo fascicolo.

« Ringraziando del favore mi dico colla più distinta considerazione

« Dev.mo ing. CROTTI FRANCESCO ».

« (1) Il sottoscritto, a cui la presente risposta del signor ing. Crotti venne da lui stesso graziosamente comunicata, confessa che quando la prima volta calcolò i valori numerici delle funzioni $Q_{x,y}$ e $Q_{y,x}$ corrispondenti ad $x=y=0$ ed a $b=10a$ un errore di segno lo fece sgraziatamente cadere sopra un risultato falso, ora è contentissimo di vedere che i due valori coincidano, e che cessi pertanto l'argomento ch'egli aveva tratto dalla loro differenza.

« RICHELMY ».

COSTRUZIONI MURALI

REGOLE TEORICHE E PRATICHE

PER I CAMINI DEI GENERATORI DI VAPORE.

(Veggasi la Tavola VI).

Prima di erigere un camino è necessario di risolvere un problema teorico col quale si determinano le sue dimensioni principali, la sezione trasversale e l'altezza, atte a raggiungere lo scopo pratico al quale il camino è destinato.

Poi è d'uopo di darne il disegno, per modo da soddisfare alle condizioni locali d'impianto, alla solidità, ai precetti dell'estetica ed alla economia della spesa.

Per facilitare agli ingegneri questo studio abbastanza complesso, ci proponiamo di dare in brevissimo riassunto le formule teoriche e le regole pratiche; accompagnando le prime con opportuni quadri di calcoli fatti, e le seconde con alcuni tipi che abbiamo scelto fra quelli che più meritano di essere consigliati e presi a modello.

PARTE PRIMA.

Determinazione dell'altezza e del diametro di un camino.

I camini hanno in generale il duplice ufficio di chiamare al focolare la quantità d'aria richiesta per la combustione e di versare i prodotti gassosi, che ne derivano, di bel nuovo nell'atmosfera, a conveniente altezza.

La forza di aspirazione, ossia ciò che con barbara parola chiamiamo il *tirante* di un camino, non è altro che l'effetto della differenza di peso di due colonne d'aria, entrambi di volume eguale a quello interno del camino, ma l'una fredda e l'altra calda.

L'intensità di questa aspirazione, per una sezione trasversale di camino eguale all'unità, dipenderebbe dunque unicamente dall'altezza del camino e dalla temperatura interna del medesimo.

Un camino è pertanto un vero tubo di condotta, nel quale si deve far passare un determinato volume di gas caldi, necessario a mantenere colla chiamata dell'aria esterna sul focolare, l'attività della combustione, sì che possa bruciare nell'unità di tempo il peso di combustibile prestabilito.

Ci basterebbe perciò di conoscere il volume dei gas che si deve far passare per il camino nell'unità di tempo, per poter determinare i due fattori della portata che sono la sezione interna del camino e la velocità della corrente. Ma questo problema semplicissimo, come tutti i problemi pratici in generale, diventa complicato assai per la circostanza che una parte notevole del tirante rimane necessariamente consumata dalle varie resistenze che si oppongono alla circolazione dell'aria dal focolare fino alla sommità del camino. Per cui, risolto dapprima il problema dal lato puramente teorico, ossia facendo astrazione da qualsiasi resistenza, bisognerà riprenderlo tosto per tener conto a dovere di tutte le resistenze passive.

Indicando con A l'altezza del camino,

T e t la temperatura dell'aria calda nel camino e dell'aria esterna,

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{1}{273} \text{ il coefficiente di dilatazione dei gas,}$$

$$g = 9,80557 \text{ la accelerazione della forza di gravità,}$$

e ragionando su di una colonna d'aria di sezione eguale all'unità, la *velocità teorica* v di accesso dell'aria fredda è data secondo Pecllet (*Traité de la chaleur*) dalla formula

$$v = \sqrt{2g \cdot A \frac{T-t}{\alpha+T}}$$

nella quale

$$A \frac{T-t}{\alpha+T}$$

esprime evidentemente la forza di aspirazione del camino

valutata in colonna d'aria fredda (*). Tale adunque sarebbe la velocità v colla quale in un camino di altezza A e di temperatura T l'aria esterna tenderebbe ad affluire al focolare, ove non vi fossero da vincere le resistenze sovraccennate dal focolare alla sommità del camino.

Ma praticamente nei forni delle caldaie a vapore l'aria alimentatrice della combustione deve accedere al combustibile passando prima per il cenerario posto al disotto della graticola, ed attraversando poscia gli spazi liberi ossia i vani compresi tra le sbarre di detta graticola. I prodotti gassosi della combustione prendono allora a riempire la camera ove ha luogo l'incendio, e per la notevole ampiezza di questa, si può quasi ammettere che i gas caldi si arresterebbero, se la forza di aspirazione del camino fosse soltanto capace di imprimere all'aria fredda affluente nel focolare la velocità teorica v e di far vincere a quest'aria le resistenze opposte al passaggio della graticola. Oltre a ciò, incamminati gli stessi gas per i condotti interni del forno, prima di giungere alla sommità del camino, essi incontrano nel loro movimento nuove resistenze dovute ai cangiamenti di sezione e di direzione dei condotti, ed all'attrito.

Non è dunque cosa sì facile scrivere l'equazione del moto dei gas caldi nei forni ordinari delle caldaie a vapore; eppure è indispensabile tener calcolo di tutte queste cause così gravi di consumo della forza di aspirazione, se si vuole riescire ad avere un camino che risponda praticamente e bene allo scopo.

Vi si arriva con più che sufficiente approssimazione adottando alcune semplificazioni, che non modificano il valore pratico dei calcoli. Si suppone cioè che il condotto di arrivo dell'aria fredda sotto la graticola, i condotti interni del forno, ed il camino, abbiano tutti una stessa sezione, di forma quadrata. Si suppone inoltre che le risvolte siano tutte ad angolo retto e raddolcite con archi di circolo; e dicendo:

A l'altezza del camino,

D il lato della sua sezione interna, che si suppone quadrata,

L la lunghezza complessiva dei condotti interni pei quali è fatto passare il fumo,

n il numero delle loro risvolte,

$\frac{1}{q}$ il rapporto della somma degli spazi liberi alla superficie totale della graticola,

m il peso in chilogrammi di combustibile bruciato all'ora per ogni decimetro quadrato della graticola,

t, T e T' le temperature esterna, nel camino e nei condotti interni,

v la velocità di accesso dell'aria fredda al focolare,

$\frac{1}{\alpha}$ il coefficiente di dilatazione dei gas,

k il coefficiente della resistenza d'attrito,

g l'accelerazione della forza di gravità,

si ha la seguente equazione del moto dei gas caldi nei forni ordinari delle caldaie a vapore:

$$A \frac{T - t}{\alpha + T} =$$

$$\frac{v^2}{2g} \left\{ 1 + m^2 q^2 + \left(1 + \frac{n}{2} + k \frac{L}{D} \right) \frac{\alpha + T'}{\alpha + t} + k \frac{A}{D} \frac{\alpha + T}{\alpha + t} \right\}$$

Volendo fare l'applicazione di codesta equazione al calcolo del lato D da assegnarsi ad un camino conviene ancora co-

noscere il volume Q dell'aria fredda necessario ad introdursi nel focolare in ogni 1''; per cui si deve avere

$$Q = v D^2$$

ed assumendo come valori pratici $\frac{1}{q} = \frac{1}{4}$ e, $k = 0,0236$

e trascurando t a fronte di T e di α , l'equazione surriferita, determinatrice del lato D prende, riassumendo i termini, questa forma:

$$D^5 = M D + N \quad (1)$$

nella quale M ed N sono due numeri noti, o per dir meglio due numeri che vogliono essere calcolati colle due espressioni:

$$M = \frac{0,059914 Q^2}{A} \frac{\alpha + T}{T} \left\{ 1 + 16 m^2 + \left(1 + \frac{n}{2} \right) \frac{\alpha + T'}{\alpha} \right\}$$

$$N = \frac{0,00000441 Q^2}{A} \frac{\alpha + T}{T} \left\{ L (\alpha + T') + A (\alpha + T) \right\}$$

Tale è l'equazione di cui gli ingegneri debbono valersi per calcolare il lato interno D della sezione supposta quadrata dei grandi camini industriali.

Nel quadro che segue abbiamo registrato i valori di D quali si ricavano appunto risolvendo la equazione (1).

VALORI del lato della sezione interna supposta quadrata dei camini dei forni di caldaie a vapore stazionarie corrispondentemente a diverse altezze del camino, lunghezze dei condotti interni del forno, e pesi di carbon fossile da bruciarsi all'ora.

ALTEZZE del camino	LUNGHEZZA complessiva dei condotti	VALORI DEL LATO INTERNO DEL CAMINO essendo il consumo di carbon fossile all'ora eguale a Kg.				
		20	40	60	80	100
metri	metri	metri	metri	metri	metri	metri
10	10	0 240	0 336	0 411	0 474	0 529
15		0 219	0 306	0 373	0 430	0 480
20		0 206	0 287	0 349	0 403	0 448
25		0 196	0 274	0 333	0 383	0 426
30		0 189	0 263	0 320	0 368	0 409
10	15	0 243	0 338	0 414	0 476	0 531
15		0 222	0 308	0 375	0 432	0 482
20		0 208	0 289	0 351	0 405	0 451
25		0 198	0 276	0 333	0 384	0 428
30		0 191	0 265	0 322	0 370	0 411
10	20	0 245	0 341	0 416	0 478	0 533
15		0 224	0 312	0 378	0 434	0 484
20		0 210	0 291	0 353	0 407	0 453
25		0 200	0 277	0 337	0 386	0 430
30		0 193	0 267	0 324	0 372	0 413
10	25	0 247	0 343	0 418	0 480	0 535
15		0 226	0 314	0 380	0 436	0 486
20		0 212	0 293	0 353	0 409	0 453
25		0 202	0 279	0 339	0 388	0 432
30		0 196	0 269	0 326	0 374	0 415
10	30	0 249	0 345	0 420	0 483	0 538
15		0 228	0 316	0 383	0 439	0 488
20		0 214	0 295	0 359	0 411	0 457
25		0 204	0 281	0 342	0 391	0 435
30		0 197	0 271	0 328	0 376	0 418
10	35	0 251	0 347	0 422	0 485	0 540
15		0 230	0 318	0 385	0 441	0 490
20		0 216	0 296	0 361	0 413	0 460
25		0 206	0 283	0 344	0 393	0 437
30		0 199	0 273	0 330	0 378	0 420

(*) Occorre appena accennare che non si tiene conto della variazione della pressione atmosferica dalla base alla sommità del camino; e similmente si continuano a riguardare come aria pura, epperò di densità = 1, i gas caldi nel camino, i quali, bruciando carbon fossile, ad esempio, avrebbero la densità 1,0239. È troppo facile provare che simili elementi non danno luogo a variazioni di alcun valore pratico, bensì ad inutili complicazioni.

Per risolvere speditamente l'equazione (1) si è cominciato a trascurare il termine N con che l'equazione diventa di 4° grado e facilissima ad essere risolta. Trovato così un primo valore approssimato di D lo si introduce nel termine di 1° grado della equazione (1) ed estraendo la radice quinta coi logaritmi, si trova un 2° valore di D, che in generale è già esatto nei centimetri, ed in pratica non sarebbe più il caso di ricorrere ad una seconda sostituzione.

I valori di D indicati nel quadro sono calcolati nelle differenti ipotesi in cui si avesse a bruciare 20, 40, 60, 80 e 100 chilogrammi di carbon fossile all'ora; in cui si volesse dare al camino l'altezza di 10, 15, 20, 25 e 30 metri; in cui la lunghezza complessiva dei condotti interni del forno nel viaggio dei gas caldi dal focolare al camino fosse di 10, 15, 20, 25 e 30 metri. Quella equazione di 5° grado si è adunque dovuta risolvere trecento volte, e questo paziente lavoro è dovuto ad alcuni distinti allievi della Scuola di Applicazione degli Ingegneri di Torino, che lo hanno fatto parecchi anni sono, quale complemento pratico al corso di macchine a vapore e ferrovie del prof. A. Cavallero.

Nel caso in cui la sezione del camino debba avere forma circolare, che è pure il caso più frequente, è uso dei pratici, trovato il lato del quadrato, di calcolare il diametro del circolo equivalente in area alla sezione quadrata, e ciò perchè riesce praticamente trascurabile l'errore che si commette ammettendo che siano uguali le resistenze incontrate dai gas nel correre per il perimetro di una sezione quadrata o circolare di area equivalente.

Occorrono inoltre parecchie avvertenze. E prima di tutto non bisogna dimenticare che il calcolo anzidetto è stato fatto nell'ipotesi in cui il combustibile da impiegare fosse il carbon fossile; essendochè il volume Q d'aria fredda necessario ad essere introdotto sul focolare in ogni 1" è stato calcolato colla formula

$$Q = 16.444 \frac{P}{3600}$$

dove P è il peso di combustibile bruciato all'ora, e il numero 16,444 indica in metri cubi il volume d'aria richiesta per bruciare 1 chilogramma di carbon fossile, nell'ipotesi assai prossima al vero che solo la metà dell'ossigeno di quest'aria sia effettivamente utilizzata nella combustione, e l'altra metà passi coi gas caldi nel camino.

Ove però si tratti di altri combustibili non è difficile provare che, a parità delle altre condizioni, lunghezza dei condotti, altezza del camino, temperatura dei gas caldi, e peso di combustibile, è lecito considerare il volume Q d'aria fredda introdotto in ogni 1" sul focolare come proporzionale all'area D² della sezione del camino. Per cui i calcoli fatti possono egualmente servire per il caso di altri combustibili, ricorrendo ad un semplice calcolo di proporzionalità

$$D' = D \sqrt{\frac{Q'}{Q}}$$

Ci affrettiamo peraltro a soggiungere che, se invece della condizione della parità di peso del combustibile da bruciarsi, poniamo quella della quantità di calore da svilupparsi nel focolare, si giunge per tutti i combustibili a sezioni del camino ben poco differenti tra loro; cosicchè, quando un camino sia costruito, e vogliasi mutare bensì il combustibile sul focolare, ma bruciarne quel tanto che basti a sviluppare la stessa quantità di calore di prima, lo stesso camino potrà egregiamente servire.

E ciò apparirà tanto più razionale ove si noti che le dimensioni le quali sono date direttamente dal calcolo non sono poi quelle rigorosamente adottate dai pratici, siccome tra poco vedremo; essendochè in pratica è quasi sempre indispensabile dare al camino una sezione un po' maggiore di quella suggerita dai calcoli, e si preferisce regolarne la apertura a seconda del caso col mezzo di apposito registro.

Ad ogni modo il quadro che abbiamo dato serve a dimostrare assai bene un fatto, che diversamente molti nostri lettori non avrebbero forse così facilmente ammesso; risul-

tando evidentissima la poca influenza che ha l'altezza di un camino (appena si passano i 15 metri) sull'effetto che il medesimo è destinato a produrre; e, come pochi centimetri di più nel diametro di un camino bastino a compensare molti metri di altezza. Or bene, ove si noti che col l'altezza dei camini cresce in modo enorme la spesa di loro costruzione, nessuno potrà da questo punto di vista negare l'importanza pratica di queste applicazioni.

In generale l'altezza da darsi ai camini è motivata dalla ubicazione dello stabilimento, e dalle esigenze della località dov'esso deve impiantarsi; inquantochè è per lo meno necessario dare ai camini un'altezza sufficiente per rigettare l'acido carbonico e gli altri prodotti gassosi della combustione in una regione dell'atmosfera abbastanza elevata perchè il fumo non rechi danni od incomodo, e qualunque sia lo stato dell'atmosfera, mantengasi in ogni caso librato sulle ali del vento.

Queste considerazioni spiegano fino a un certo punto le regole adottate dai pratici, e registrate nei prontuarii, secondo cui si dà senz'altro al camino, una sezione minima che risponde a 0,175 della superficie della graticola, quest'ultima essendo d'ordinario basata in ragione di un consumo di chilogr. 0,50 di carbon fossile all'ora, per ogni decimetro quadrato di graticola.

Quanto al modo di disegnare e costruire i camini, ben si comprende non potere i medesimi dar luogo a molta varietà, ove si lascino per ora in disparte i semplici motivi di decorazione.

La sezione longitudinale di un camino mostra all'interno una serie sovrapposta di zone a tronchi di cono, aventi alla loro sommità un diametro minimo eguale al diametro del camino, ed un diametro massimo tale da dar luogo ad una risega tutto in giro della larghezza di mezzo mattone.

La zona più elevata, che dev'essere pure la più sottile, ha d'ordinario uno spessore di 11 a 12 centimetri per i camini di non grandi proporzioni; ma nei camini che abbiano appena 1 metro di diametro è cosa prudente di raddoppiare quello spessore.

Del resto, esteriormente ai camini si dà la forma di un solo tronco di cono dalla sommità alla base; e l'inclinazione della parete esterna, se vuolsi provvedere alle buone regole di uniforme resistenza, deve essere da 25 a 30 millimetri per metro.

Nella fig. 1^a della tav. vi vedesi il disegno-tipo dei camini quali sono costruiti dal sig. Joachim di Parigi, e nel quadro che segue sono indicate le principali dimensioni pratiche adottate per il diametro e l'altezza di questi camini destinati al servizio di caldaie a vapore da 13 a 470 cavalli di forza. Questo quadro ed i relativi disegni abbiamo dedotti dalla *Publication industrielle* di Armengaud, 2^a serie, vol. III, ed è pure da quest'opera che sono brevemente riassunte le considerazioni pratiche che seguono.

Nello stabilire il quadro su riferito, il sig. Joachim prende come punto di partenza il consumo di chilogr. 0,5 di carbon fossile per ogni decimetro quadrato della graticola; e questo è difatti il consumo che risponde ad una combustione lenta, ossia alla condizione migliore dal punto di vista della economia di combustibile. Usa dare 6 decimetri quadrati di graticola per ogni cavallo di forza, ed assegna alla sezione interna del camino un'area che è la quarta parte di quella della graticola.

Se però si volesse ricorrere ad una combustione più attiva, ed abbruciare un chilogrammo, ed anche un chilogrammo e mezzo per decimetro quadrato di graticola, la superficie di quest'ultima diventerebbe minore, mentre la sezione del camino devesi mantenere la stessa; e la ragione è chiara. Ad una maggiore attività di combustione, deve corrispondere una maggiore chiamata d'aria, ed il camino deve presentare in proporzione della graticola una maggior sezione. In queste condizioni di cose, che però non sono troppo da consigliare, i 27 tipi di camini, di cui nel quadro che segue, potrebbero servire per generatori di forza compresa fra 17 e 700 cavalli circa.

QUADRO delle dimensioni dei camini in laterizi costrutti dal signor Joachim di Parigi.

NUMERO d'ordine	FORZA in cavalli- vapore	Altezza del camino dal suolo	Diametro interno	DIAMETRO ESTERNO	
				sull' imbasamento	alla sommità
		metri	metri	metri	metri
1	13	20	0 50	1 70	0 74
2	16	25	0 55	1 99	0 79
3	20	25	0 60	2 12	0 92
4	22	25	0 65	2 17	0 97
5	25	25	0 70	2 22	1 02
6	35	25	0 80	2 48	1 28
7	40	30	0 90	2 88	1 38
8	50	30	1 ..	2 98	1 48
9	65	30	1 10	3 08	1 58
10	75	30	1 20	3 18	1 68
11	90	30	1 30	3 28	1 78
12	100	30	1 40	3 38	1 88
13	120	35	1 50	3 72	1 98
14	135	35	1 60	3 82	2 08
15	150	35	1 70	3 92	2 18
16	170	35	1 80	4 26	2 52
17	190	35	1 90	4 36	2 62
18	200	40	2 ..	4 76	2 72
19	250	40	2 20	4 96	2 92
20	280	40	2 30	5 06	3 02
21	300	40	2 40	5 16	3 12
22	325	40	2 50	5 26	3 22
23	350	40	2 60	5 36	3 32
24	380	45	2 70	5 76	3 42
25	400	45	2 80	5 86	3 52
26	450	45	2 90	5 96	3 62
27	470	45	3 ..	6 06	3 72

La società di Fives-Lille, e la ditta Cail e Comp. partono da regole pratiche che conducono a diametri un poco minori. E mentre abbiamo visto che il sig. Joachim assegna ai camini un decimetro quadrato di sezione ogni due chilogrammi di carbon fossile bruciato all'ora, i costruttori anzidetti assegnano ai camini un decimetro quadrato di sezione per ogni quantità di chilogrammi 3 a 3,5 di carbon fossile bruciato all'ora.

L'Armengaud nel suo trattato sui motori a vapore fa la sezione del camino eguale a 0,175 della sezione della graticola; e questa regola conduce in ogni caso a dimensioni ancora più piccole che le regole precedenti.

Nè si potrebbe negare che le dimensioni pratiche dei camini di cui nel quadro su riferito, siano alquanto esagerate, e solo giustificabili nel senso che costruendo un camino devesi pure avere in vista un aumento eventuale nella potenza dei generatori e dei focolari. Quelle dimensioni sono infatti ben superiori a quelle somministrate dalla teoria. E d'altronde se si interrogano i fuochisti si rimane tosto convinti che anche quando ha luogo la combustione regolare con piena attività del focolare, il loro registro è tenuto in generale pochissimo aperto.

PARTE SECONDA.

Particolari di costruzione.

Dopo esserci alquanto fermati sui principii teorici e sulle regole pratiche che guidano a stabilire le dimensioni generali dei camini, veniamo a conoscere alcuni essenziali particolari di costruzione.

Le figure 1-12 della tav. v si riferiscono ai camini del signor Joachim di Parigi.

In questi camini l'altezza del massiccio A in calcestruzzo per la fondazione è supposta di 1 metro dai più piccoli fino a quello di m. 1,40 di diametro. Dai camini di m. 1,50 di diametro fino ai più grandi di 3 metri, l'altezza è di m. 1,50.

L'altezza dell'imbasamento è di 3 metri per il più piccolo, di 4 metri per tutti gli altri di diametro inferiore a m. 1,40, e di 5 metri per quelli di diametro superiore.

La rastremazione esterna della canna è di 0,03 per metro; anche all'imbasamento si dà la stessa inclinazione, tranne nei camini di diametro inferiore a m. 1,40, pei quali è ridotta a 0,01.

Nella fig. 1^a è disegnato un camino del diametro di 2 metri e dell'altezza di 40 metri. Sul massiccio di calcestruzzo, dell'altezza di m. 1,50, s'eleva il piedestallo, od imbasso del camino, che ha 10 metri di altezza totale, di cui 4 sono per le fondazioni. Non occorre dire che questa fondazione può essere spinta a maggiore o minore profondità dipendentemente dalla natura del suolo.

La parte superiore del piedestallo si vede caratterizzata da una cornice con un certo profilo al quale siamo oramai avvezzi.

Il finimento alla sommità del camino è costituito da un ingrossamento a mo' di capitello, che riesce di buon effetto se ornato a dentelli. A garanzia della muratura, questa è superiormente protetta con una piastra che è di piombo per i piccoli camini e di ghisa per quelli più grandi.

L'interno della canna del camino consta di 8 zone, delle quali la inferiore è di forma cilindrica, e le altre sono a superficie conica, presentando internamente la stessa inclinazione che al di fuori.

Il primo di questi tronchi di cono è compreso interamente nel piedestallo ed ha 5 metri d'altezza; i sei tronchi consecutivi sono alti 6^m metri e l'ultimo rimane di 4 metri. Con questa disposizione si riesce intanto ad ottenere che ogni zona ha lo stesso spessore per tutta la sua lunghezza; e che lo spessore delle zone va successivamente diminuendo dal basso all'alto, siccome appunto dev'essere. Lo spessore della zona cilindrica in fondazione è di m. 1,20; la prima zona a superficie di cono ha lo spessore di m. 1,08, e successivamente le diverse zone diminuiscono le une dalle altre di 0^m,12, talchè la più elevata risulta dello spessore di m. 0,36.

Data la grossezza delle zone, e la rastremazione esterna di tutto il camino, ne risulta che il diametro esterno della colonna appena sopra l'imbasamento è di m. 4,76 e che alla sommità è di m. 2,72. Non sono poi da trascurarsi le molte cerchiature in ferro a, che si lasciano sepolte nella muratura per dare consistenza e solidarietà a tutta la canna.

Questi camini si possono fare interamente con mattoni ordinari. Ma per quelli di non troppo grandi proporzioni conviene costruire le due zone più elevate con mattoni a cuneo speciali. Il camino rappresentato colle figure 2, 3^a e 4^a ha le due zone superiori così fatte; e la disposizione dei mattoni risulta dalla sezione orizzontale (fig. 5^a) fatta in più grande scala.

Nella fig. 6^a è rappresentata la sezione superiore di un camino avente esattamente la stessa altezza e lo stesso diametro interno, ma nel quale tutte le zone sono fatte con mattoni ordinari; disposizione questa indicata comparativamente alla fig. 2^a dalla fig. 7^a.

Da questo paragone risulta che coi mattoni a cuneo, lo spessore della zona più alta potrebbe essere ridotto a 16 centimetri; e che quindi ad un diametro interno di m. 0,80 corrisponderebbe quello esterno di m. 1,12. Facendo inoltre le zone sottostanti dello spessore rispettivamente di 20, 24, 36, 48 e 60 centimetri, avremmo alla base un diametro esterno di m. 2,50; e quindi un volume totale di muratura di mc. 78,062.

Servendosi invece di mattoni ordinari, lo spessore della zona più elevata essendo di 24 cent., quelle sottostanti di 0^m,36 e 0,48, la più bassa di 0,60, e la conicità rimanendo la stessa, il diametro esterno alla base risulta di m. 2,68; si ha quindi un totale di muratura pari a mc. 90,773. Avremmo dunque dal primo disegno una economia del 14 per cento circa.

Le figure 8^a, 9^a e 10^a rappresentano un altro camino dello stesso costruttore, eseguitosi a Duvy, presso Crépy-en-Valois, sotto la direzione del signor Ch. Fleury, architetto a Rouen.

Il motivo di decorazione alla base si scosta alquanto dall'ordinario. Sullo zoccolo B, di poca altezza, quattro speroni o contrafforti accompagnano il nascimento della colonna. Sopra il condotto D che è pure al di sotto del livello del terreno, vi è una tavola (fig. 10) su cui stanno in rilievo le iniziali del proprietario dello stabilimento. L'altezza totale è di 29 metri; alla sommità il diametro interno è di m. 0,92 e quello esterno è di m. 1,24. Alla base della colonna il diametro esterno è di m. 2,25; e la rastremazione è di m. 0,0225. Come negli esempi precedenti, la muratura in laterizi è tutta armata intieramente con cerchiature in ferro *a*, raccomandate a sbarre in ferro di sezione circolare.

Dalle fig. 11-16 prendesi idea del modo di costruire i camini in Germania. La figura 11^a è la sezione verticale di un camino eretto a Magdeburgo in servizio delle caldaie per una fabbrica di zuccheri.

La superficie di riscaldamento totale delle caldaie è di mq. 181. L'altezza totale del camino è di m. 45,82; e il diametro interno è di m. 1,726.

È degno di nota che ancor qui si è fatto uso di mattoni speciali a cuneo, e le figure 12-16 danno in più grande scala le sezioni delle cinque zone. Quella superiore ha lo spessore di 262 mm. ed il diametro esterno è perciò di m. 2,250. La zona alla base della colonna ha lo spessore di cent. 81: ed il diametro esterno è di m. 2,25. Ne segue che la rastremazione della colonna è di m. 0,0224.

È oramai superfluo di far notare le armature in ferro *a'* ed *a*, impiantate le prime nel piedestallo e le seconde entro la colonna del camino.

La fondazione A è in pietra da taglio, ed ha un'altezza che è circa la nona parte di quella del camino. Apresi in esso il canale D che mette in comunicazione i condotti dei forni col camino. L'imbasamento, immediatamente superiore, è protetto da una corona di mattoni rifrattari *b*, isolata dal massiccio principale, all'infuori di alcuni punti di contatto abbastanza distanti fra loro da non impedire la circolazione dell'aria esterna destinata a raffreddare la parete, la quale arriva da una serie di piccoli fori *d*, praticati nella muratura che è fatta in laterizi, come la colonna.

Superiormente il camino è protetto da una guarnitura in ghisa di 8 piastre riunite da chiavarde, avente la forma ottagonale del capitello a cui serve di coronamento, e su cui è fissato per mezzo di chiavarde.

Ci rimane a discorrere della stabilità dei camini sotto l'azione del vento e lo faremo in altro articolo.

G. S.

INDUSTRIE MECCANICHE

L'APPLICAZIONE DEL VENTILATORE ALLE FUCINE PORTATILI.

Le fucine portatili sono di uso assai frequente. La sola riparazione delle macchine che vanno sostituendosi ovunque ai lavori manuali, la semplice operazione della ribaditura dei chiodi delle caldaie a vapore, delle costruzioni in ferro, segnatamente nella erezione di tettoie, o nella messa in opera delle travate dei ponti metallici, ha collocato le fucine portatili fra gli strumenti di prima necessità, di qualsiasi impresa di costruzione.

L'uso dei ventilatori soffianti per attivare il fuoco invece degli antichi mantici non è punto una novità, in ispecie per le fucine a fuochi fissi. Ma per le fucine portatili non era cosa sì facile provvedere in modo economico per ogni riguardo a tale sostituzione, e conseguire di fatto i non pochi vantaggi che ne derivano.

Vi è molto bene riuscita la fabbrica di ventilatori rinomatissima a Lione del sig. P. Coste, successore di P. Brun,

che la fondò nel 1858, e la diresse con zelo ed attività pari alla fama, fino al 1869, nel quale anno egli morì.

In codesto stabilimento che ha la specialità della costruzione dei ventilatori d'ogni specie, per l'alimentazione dei focolari, per le fonderie, le camere di essiccazione, di aeramento, ed in una parola, per tutti i lavori relativi a qualsiasi problema di ventilazione, si è parimente riusciti a fare piccoli ed efficienti ventilatori, che accuratamente eseguiti posseggono tutti i requisiti necessari per la loro applicabilità alle fucine portatili. Volume, peso, velocità, forza richiesta, eleganza e solidità, facilità di riparazione, ogni cosa risponde mirabilmente allo scopo.

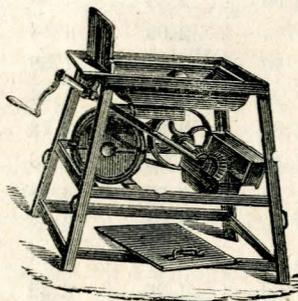


Fig. 17.

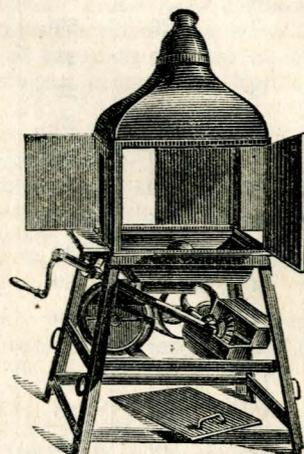


Fig. 18.

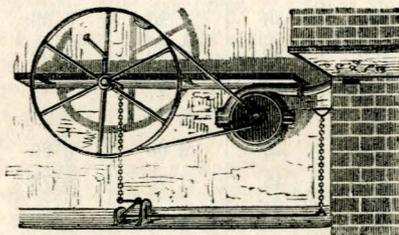


Fig. 19.

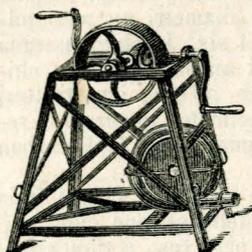


Fig. 20.

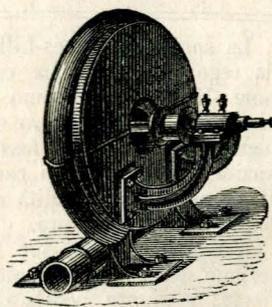


Fig. 21.

La fig. 17 fa vedere l'applicazione di un ventilatore ad una fucina portatile, la quale è pertanto intieramente costituita di parti metalliche, e più non teme le influenze atmosferiche, che è l'inconveniente più serio delle fucine portatili a mantice. Lo spazio occupato è minore, e sotto volume minore è inoltre capace di svolgere maggiore attività di calore; si ha inoltre il vantaggio di poter accrescere o diminuire l'attività del riscaldamento per gradi insensibili fin che si vuole col semplice accrescere o diminuire la velocità di rotazione del ventilatore. Del resto come la figura dimostra, il movimento all'asse del ventilatore è dato e moltiplicato con una coppia di puleggie, le quali ricevono il moto per mezzo di un rotismo conico da una manovella. Il rotismo è chiuso in una scatola; ma sul disegno il copperchio è sollevato. Nella fig. 18 è disegnata la stessa fucina munita superiormente di camera a cupola, con finestre

ai quattro lati e ciò allo scopo di porre l'operaio, che lavora in aperta campagna, al riparo dalla molestia dei venti.

Nella fig. 19 troviamo indicata la disposizione più economica per la sostituzione di questi piccoli ventilatori ai grandi mantici che occupano tanto spazio nei ristretti ed incomodi laboratori dei piccoli fabbri, sprovvisti di forza motrice. La trasmissione a cinghia senza fine, per mezzo di una grande ruota volante mossa a mano, è la soluzione più conosciuta, che esige minore impianto, minore spesa; essa inoltre è scevra dai pericoli inerenti alle ruote dentate.

Non sempre i ventilatori sono impiegati ad attivare i fuochi di fucina. E molte volte occorre avere un buon ventilatore pronto a funzionare sul momento, per cacciare dell'aria viziata, per aspirare del fumo, e via dicendo. La fig. 20 dà un'idea di una disposizione comodissima per un ventilatore che può essere trasportato da luogo a luogo con grandissima facilità, e appena portato sul luogo, può essere messo immediatamente in azione, applicando alcuni operai alle manovelle.

Infine nella fig. 21 si ha un'idea degli stessi ventilatori, ma di maggiori dimensioni, destinati ad essere fissati su un solido imbasamento, e ad essere messi in moto mediante cinghia da un albero di trasmissione in qualsiasi stabilimento provvisto di forza motrice idraulica od a vapore.

E. T.

RIVISTA DI CHIMICA APPLICATA

LA FUCSINA NEI VINI, SUA AZIONE SULL'ORGANISMO E METODI PER RICONOSCERNE LA PRESENZA.

Appena furono conosciuti dal commercio i magnifici colori di anilina, vennero applicati alla colorazione di molti prodotti destinati ad uso alimentare. I liquori (specialmente i rosolii), i confetti, le pasticcerie, ecc. debbono spesso i loro smaglianti colori a questi derivati del catrame. Anche al vino venne applicata questa frode, sia per tingerlo completamente, sia per accrescerne il colore. La fucsina si presta mirabilmente a tal uopo, non tanto la fucsina pura, quanto piuttosto un residuo della sua preparazione conosciuto col nome di rosso *granata*.

Disgraziatamente la fucsina commerciale contiene quasi sempre dell'arsenico. Per cui l'uso continuato di un vino in tal modo colorato, si può, fino ad un certo punto, paragonare ad un lento avvelenamento. Si può avere bensì la fucsina pura, completamente esente da arsenico, ma sarà essa senza pregiudizio sul nostro organismo?

Tale era il problema da risolvere, e tuttora insoluto, giacché troviamo su questo proposito delle opinioni perfettamente contraddittorie. Fin dal giugno dell'anno scorso i signori Feltz e Ritter in una memoria presentata all'Accademia delle Scienze di Parigi occupandosi di questo argomento, e dopo vari esperimenti in proposito, vennero alla conclusione, che l'azione della fucsina pura è sempre funesta; secondo i medesimi, dopo un uso continuo di vino colorato colla fucsina sopravviene la diarrea, si manifestano delle forti coliche, seguite da numerose evacuazioni, e le urine dopo qualche tempo manifestano dell'albumina. Cessando questo regime la salute si ripristina. Tre cani furono sottoposti rispettivamente per un mese, sei settimane e due mesi, a dosi relativamente deboli di fucsina, onde evitare l'irritazione gastro-intestinale e la diarrea; or bene, non solo fu vista apparire la materia colorante nelle urine, ma si trovarono queste molto ricche di albumina, contenendone da 5 a 50 centigrammi.

Invece altri sperimentatori, specialmente i signori Bergeron e Clouet, sottomettendosi personalmente a un trattamento di fucsina pura per lungo tempo fino a prenderne 8 gr. in 16 giorni, affermano di non aver *mai* notato disordini digestivi, e di non aver *mai* trovate le urine albuminose; proclamano quindi in seguito a molti altri esperimenti l'assoluta innocuità della fucsina allo stato puro.

Comunque stiano le cose, e ammesso pure che i sofisticatori del vino vogliono mettere nella loro industria tanta coscienza da servirsi di fucsina veramente pura, rimane sempre per lo meno il dubbio sulla sua innocuità. Ma il vino, come la moglie di Cesare, dev'essere superiore anche al sospetto.

Quindi è desiderabile un metodo semplice e comodo per riconoscere con sicurezza la fucsina nei vini. Per fortuna i metodi non mancano, anzi possiamo dire che a questo proposito non ci rimane che l'imbarazzo della scelta. Ma per brevità non accenneremo che ai due seguenti che si raccomandano per l'esattezza dei risultati e per la semplicità di esecuzione.

Si prendono 10 cm. c. di vino, si agitano vivamente per qualche secondo con 10 gocce (= 1 cm. c.) di ammoniac in una campanella da prova; si aggiungono 10 cm. c. di cloroformio, e si rivolta la medesima parecchie volte, tuttavia senza agitare, onde non si emulsioni, e così non venga ritardata la separazione del miscuglio; si versa il tutto in un imbuto di vetro a rubinetto e quando il cloroformio si è raccolto sul fondo, si apre il rubinetto e si raccoglie il cloroformio entro capsula di porcellana che si colloca su un bagno di sabbia; s'introduce nel cloroformio un pezzettino di seta o lana bianca e si scalda; a misura che il cloroformio si volatilizza, portando con sé l'ammoniaca, la seta si tinge in rosa, se esiste fucsina. Verso il fine dell'operazione si aggiunge un po' di acqua e si continua a scaldare; così tutta la materia colorante si fissa sulla seta. Il vino puro non tinge la seta in rosa. Onde accertarsi se la colorazione è veramente dovuta alla fucsina, basta mettere il pezzetto di seta entro un po' di ammoniac, e allora si vede sparire il colore e riapparire quando si scalda.

Oppure il cloroformio ammoniacale che contiene disciolta la fucsina si raccoglie in un tubo da prova, si aggiunge un po' d'acqua (circa 1 cm. c. sopra al cloroformio) e si satura con un eccesso di acido acetico puro; allora la fucsina riprodotta si separa dal cloroformio, a cui sovrasta sotto forma di soluzione acquosa più o meno colorata (*Fordos*).

Il metodo seguente dovuto all'egregio prof. Arnaudon dell'Istituto tecnico di Torino si raccomanda per la sua semplicità, e per essere alla portata di qualsiasi persona, non richiedendo affatto attrezzi di laboratorio. Ecco come si procede: si tiene in pronto mezzo litro circa di liscivio di cenere, oppure una soluzione fatta con mezzo ettogramma di sale di soda e mezzo litro circa di acqua. Si luno che l'altro di questi liquidi servono a precipitare e rendere insolubile la materia colorante naturale del vino. Si versano ora in un bicchiere due cucchiaini da tavola di vino sospetto. Si aggiunge del liscivio finché il vino sia diventato torbido e verdastro. S'immerge nel vino un palmo circa di filo di lana bianca da ricamo, lasciandola alcuni minuti immersa. Si estrae e si sciacqua nell'acqua fresca. Se il vino contiene fucsina la lana riesce tinta in rosa più o meno intenso; se ne è privo, la lana ridiventa bianca come prima.

IL RAME NELLE CONSERVE DI PISELLI.

I piselli, come in genere quasi tutti i legumi allo stato fresco, quando vengono conservati coi diversi processi finora conosciuti, prendono quasi sempre una tinta gialla schietta perdendo il colore verde primitivo. Niente di più facile, dice Pasteur, che il riconoscere alla semplice ispezione se le conserve dei piselli contengono rame. Esse ne contengono ogni qual volta presentano anche ad un debole grado la tinta verde dei piselli naturali. Le conserve che non ne contengono hanno un colore giallastro non misto a verde. E infatti nello stato attuale dell'industria delle conserve alimentari non si conosce un processo che permetta di fabbricare delle conserve di piselli colla tinta verde particolare ai medesimi senza l'aggiunta di un sale di rame.

Su 14 scatole di conserve di piselli comprate nei diversi quartieri di Parigi, 10 contenevano rame, e talvolta fino alla proporzione di 1/10000 del peso della sostanza solida.

Senonché anche qui, come per la fucsina, si affaccia la questione: i sali di rame in piccola quantità sono essi realmente velenosi? Questione che è stata sollevata e dibattuta.

tuta, ma su cui ancora non si è pronunziata l'ultima parola. Intanto molto giustamente il Pasteur conchiude il suo rapporto su questo argomento al Consiglio di salubrità di Parigi colle seguenti parole:

« E quand'anche la fisiologia sperimentale venisse a dimostrare che il rame è meno velenoso di quanto fin qui si è supposto, nondimeno dovrebbe l'Amministrazione proibire assolutamente il trattamento delle conserve alimentari col solfato di rame, e, secondo me, la tolleranza non potrebbe esistere che alla condizione di obbligare il fabbricante ed il venditore a scrivere sulle loro scatole: conserve di piselli trattati coi sali di rame. »

VETRO IRIDESCENTE — ALTERAZIONI NEI VETRI.

È noto che taluni vetri quando sono stati per un certo tempo sotterra, oppure furono soggetti ad altre influenze, capaci di alterarne lentamente la composizione come l'aria umida, vengono a prendere un aspetto madreperlaceo od iridescente talvolta di un effetto bellissimo. Pare che questo fenomeno provenga da un'eliminazione di alcali alla superficie del vetro; infatti si sarebbe trovato che lo stato superficiale conterrebbe il 18 O/0 di silice, mentre il vetro ordinario non ne contiene che il 68 O/0. Partendo da questi fatti, si è riuscito a produrre artificialmente l'iridescenza del vetro mediante l'azione dell'acqua al 15 O/0 circa di acido cloridrico, sotto l'influenza del calore e della pressione. Ma non tutte le qualità di vetro si prestano a tale operazione; la composizione chimica, le condizioni della ricottura e della tempera esercitano una notevole influenza sul fenomeno. Non bisogna dimenticare a questo riguardo che nella fabbricazione ordinaria dei vetri, la loro facilità a prendere l'iridescenza può diventare un vero difetto; per esempio il vetro da bottiglie, quando queste sono destinate a contenere liquidi acidi non deve diventare iridescente per azione degli acidi, poichè determinerebbe rapidamente l'alterazione del liquido. Perciò, sottoponendo i diversi vetri all'azione dell'acido cloridrico diluito sotto l'influenza del calore e della pressione, i fabbricanti potranno riconoscere la qualità del vetro che producono.

ESPLOSIONE DI UNA CALDAIA A VAPORE

ALIMENTATA CON ACQUE GRASSE.

Una grave disgrazia, successa in una raffineria di zucchero alla Villette presso Parigi, ha richiamato l'attenzione sull'influenza che le acque di alimentazione possono avere sui guasti e sulle esplosioni delle macchine a vapore. Un bollitore della caldaia si ruppe alla parte posteriore; l'acqua bollente mescolata coi vapori si precipitò da quest'apertura, e due fuochisti morirono in seguito alle scottature riportate. La rottura della lamiera avvenne senza esplosione, per semplice cedimento. Si constatò che essa era ricoperta di uno strato di sapone calcareo, che si era formato presso allo sbocco del tubo di alimentazione e dovuto alla natura delle acque alimentari. Queste infatti erano di due sorta; in parte erano acque della Senna eminentemente calcari, e in parte provenivano dalle acque di condensazione dell'apparecchio a triplice effetto per la cottura dei sciroppi. In questo apparecchio per impedire il troppo spumeggiare del liquido si fa uso di sostanze grasse, le quali vengono in parte meccanicamente trascinate dai vapori. Alla temperatura elevata della caldaia queste acque di condensazione alquanto grasse insieme coi sali calcari delle acque ordinarie hanno dato origine alla formazione del sapone calcareo di cui si disse sopra, e che decomponendosi sulle pareti interne impediva il contatto dell'acqua, e fu causa del logorarsi della lamiera. Questo pur troppo non è un caso isolato nelle fabbriche di zucchero; durante la campagna del 1874 una fabbrica che impiega comunemente 12 caldaie ebbe successivamente 16 rotture; un'altra nel 1873 ne ebbe 41 nei due primi mesi di lavorazione.

Perciò richiamiamo l'attenzione degli ingegneri e degli industriali su questi fatti dolorosi, onde la natura delle acque di alimentazione delle caldaie venga sottoposta ad un serio esame, e qualora non si possa fare a meno di adot-

tare il miscuglio di acque calcari e grasse, queste vengano almeno sottoposte ad una depurazione, coi diversi processi che insegna la chimica tecnologica.

Fabriano, 13 aprile 1877.

Ing. CARLO MORBELLI.

INDUSTRIE MINERARIE

SULLE MINIERE DI GALENA ARGENTIFERA E SUL TRATTAMENTO METALLURGICO DI PRZIBRAM (BOEMIA)

Relazione dell'Ing. ORESTE LATTES

PARTI SECONDA.

Descrizione del trattamento metallurgico.

Minerale. — La galena argentifera che le varie miniere demaniali di Przibram inviano alla fonderia per esservi trattata, è, relativamente al suo stato fisico, di due categorie:

1° Quella proveniente dalla cernita fatta a mano, che costituisce il così detto *scheiderz*: se ne fanno due qualità, di cui la 1ª è della galena quasi pura, e la 2ª può tenere fino a 10 o 12 per cento di ganga (quarzo, baritina e un po' di blenda);

2° Quella risultante dalla preparazione meccanica: essa comprende i *schlich* ed i *schlamm*, i quali, secondo quanto si disse nella prima parte di questa notizia, hanno un tenore in piombo ed in argento variabile tra i limiti:

Pb = 20 Ag = 0,178 per 100 kg. di miner. (Thinnfeld pochwark)
» 66 1/2 » 0,454 » (Adalbert waschwerk)

e, considerando la totalità del minerale preparato meccanicamente in un anno, quantità che supera le 5000 tonnellate, si giunge, come vedemmo, ad una media di:

Pb = 51 1/2 Ag = 0,313 per ogni 100 chilogrammi (1).

Trattamento. — Le operazioni essenziali che si fanno subire al minerale di piombo argentifero sono due: abbrustolimento spinto fino all'agglomerazione, e fusione. Con ciò però non si arriva che al piombo d'opera, e su questo si fanno poi la coppellazione ed il pattinsonaggio. Di più siccome il *scheiderz* non si può trattare in pezzi, lo si sottopone dapprima ad uno sminuzzamento, in una operazione a parte. Infine i prodotti accessori delle diverse operazioni, soprattutto quelli dell'affinaggio dell'argento, devono essere ritrattati alla loro volta. — Per conseguenza il trattamento metallurgico completo si compone a Przibram della seguente serie di operazioni:

- 1° Sminuzzamento del minerale;
- 2° Abbrustolimento ed agglomerazione al forno a riverbero;
- 3° Fusione ordinaria del minerale agglomerato al forno Pilz;
- 4° Coppellazione del piombo d'opera alla coppella tedesca;
- 5° Arricchimento del piombo d'opera col pattinsonaggio;
- 6° Revivificazione dei vari litargiri.

I. — Sminuzzamento.

Materiale. — Esso consta di una batteria di 12 pestelli a teste di ferro, e di 2 macine mosse dal vapore. I pestelli servono per il minerale più duro, le macine per quello più tenero. Al minerale minuto si fa subire un essiccamento entro ad un forno il cui suolo è costituito di lamiera di ferro. Si è progettato a tal proposito un essiccamento continuo a vite.

Lavoro. — Si passano tra pestelli e macine complessivamente 80 quintali di *scheiderz* nelle 24 ore.

Consumo. — Litantrace pel motore 7 O/0. — Mano d'opera giornate 0,10 ogni 100 kg.

Prezzo di costo. — Per 100 kg. di minerale trattato:

Mano d'opera	Lire 0,1915
Combustibile e materiali vari	» 0,3737
Regia (spese generali)	» 0,0922

Totale Lire 0,6574

(1) Per dare un'idea dell'elevato tenore in argento dei minerali di Przibram, confrontiamovi il tenore di quelli di Sardegna. Il loro contenuto in piombo varia bensì da 60 ad 80 O/0, ma l'argento non supera mai i 125 grammi per 100 kg. di minerale. Così per esempio:

Pel minerale di Montevecchio il tenore medio per	
100 è di	78 di Pb. e 0,107 d'Ag.
Per quello di Monteponi esso è di	70 » 0,024 »

II. — Abbrustolimento ed agglomerazione.

Materiale. — L'operazione si fa entro forni a riverbero, in numero di 6. Questi hanno 7 porte di lavoro per parte; sono ad un suolo (*sole*) unico, il volto però è doppio, cosicchè i gaz hanno doppio percorso secondo la lunghezza del forno: ciò presenta il vantaggio di meglio utilizzare il calore e di facilitare il deposito delle materie trascinate dai gaz. Una disposizione da menzionarsi si è il raffreddamento del ponte mercè una corrente di acqua, onde evitare le corrosioni.

Le dimensioni principali sono le seguenti:

Lunghezza totale esterna	Metri 14,00
Larghezza totale esterna	> 3,80
Larghezza interna	> 2,50
Larghezza della graticola	> 0,78
Distanza da asse ad asse delle aperture	> 1,90
Altezza totale al disopra del suolo dell'officina	> 2,30

Lavoro. — Lo scopo che si vuol raggiungere con questo primo trattamento, si è quello di abbrustolire completamente il minerale e di agglomerarlo senza ridurlo. Si usa passare a Przibram un miscuglio di minerali crudi contenente circa 50 0/0 di piombo, che si prepara prima in un locale apposito detto *Möllerhaus*; e si vuol giungere a non aver più di 1 0/0 di solfo nel prodotto agglomerato. Ciò si ottiene dando alla materia uno spessore uniforme e limitato che non ecceda i 4 o 5 centimetri, rinnovandone continuamente la superficie libera, ed imprimevole un avanzamento molto regolare e progressivo dall'estremità più fredda del forno, verso quella più calda, cioè verso il focolare.

Si passano in tal modo nelle 24 ore, 4 tonnellate di minerale del tenore suddetto; ogni 2 ore si estrae dalle due porte opposte vicine al focolare, 1 1/3 di tonnellata, cioè 1 1/3 della carica che si fa ogni 6 ore.

Il personale è di 4 uomini per 12 ore e per forno; uno di essi è costantemente applicato al focolare. Essi sono pagati alla giornata, ma concorrono a premi e sono sottoposti a multe, a seconda del consumo di combustibile e della qualità del prodotto: così per esempio, s'infleggono multe quando una quantità notevole dell'agglomerato contenga più di 1 0/0 di solfo, ed ove ciò sia imputabile a trascuratezza dell'operaio.

A Przibram appunto ho potuto osservare un fatto d'interesse puramente scientifico, ma pur sempre degno di nota, cioè la riproduzione artificiale della galena entro al forno a riverbero. Ciò proveniva dall'abbrustolimento imperfetto di qualche parte, probabilmente vicina alle pareti, talchè il prodotto agglomerato aveva ripreso esattamente i caratteri esterni del solfuro naturale.

Consumo. — Il combustibile adoperato è il litantrace di media quantità; se ne consumano 600 kg. per 12 ore e per forno, il che corrisponde a 30 kg. di litantrace per quintale di minerale trattato.

La mano d'opera è relativamente poca; si consumano giornate 0,20 per 100 kg.

Prodotto. — Il prodotto è il così detto *agglomerato*, il cui peso è pressochè lo stesso che quello del minerale crudo; si è osservato però che l'operazione importa un leggiero aumento nel tenore in piombo, mentre il tenore in argento si mantiene inalterato. Questo apparisce dai seguenti saggi che rappresentano le medie di tutto un anno:

	Tenore 0/0 in:	Ag	Pb
Minerale crudo		0,311	49,92
Minerale agglomerato		0,311	50,04

Prezzo di costo. — Per ultimo, il prezzo di costo dell'operazione, per 100 kg. di minerale trattato, può essere stabilito nel modo seguente:

Mano d'opera	Lire 0,58 ₁₂
Litantrace a L. 30,75 la tonn.	> 0,92 ₂₅
Materiali varii	> 0,27 ₃₀
Regia	> 0,29 ₀₅

Totale Lire 2,06₇₂

III. — Fusione per piombo d'opera.

Materiale. — Per questa operazione, che si chiama eziandio fusione ordinaria, si adoperano esclusivamente 2 forni Pilz, uno a 5, l'altro a 7 ugelli. Esiste però ancora il vecchio materiale costituito da 1 forno a manica a 3 ugelli, e da 3 altri a 2; ma essi non servono più pel lavoro corrente, e si utilizza come sussidiario dei forni Pilz solo il primo (a 3 ugelli). Per le operazioni secondarie, come trattamento delle scorie e revivificazione dei litargiri, si hanno forni appositi, che sono gli ordinari mezzi alti forni (*halbhoehofen*).

Il forno Pilz a 7 ugelli esiste dal 1872, quello a 5 fu costruito nel 1874. Il loro profilo, pressochè eguale nei due, ha molta rassomiglianza con quello di Freiberg; essi hanno però proporzioni alquanto maggiori delle sue.

Forno Pilz. — Considerandone per esempio il più recente, gli si trova una forma svelta e soprattutto libera nelle regioni inferiori: gli si può quindi girare comodamente tutto attorno per le varie manovre, e le riparazioni si fanno con tutta facilità. Difatti, la camicia esterna che è di muratura ordinaria fa corpo da sé; essa non comincia che all'altezza del ventre ed ha per base una placca circolare di ghisa sostenuta da 6 colonne parimente di ghisa.

La camicia interna, di muratura refrattaria, si prolunga invece fino in basso onde formare il crogiuolo: essa ha lo spessore uniforme di 0^m,237 (= 9 poll.). All'altezza degli ugelli, detta camicia presenta degli anelli di pietra che tengono meglio in assesto il basso della sacca e la presura.

Il tino è leggermente imbutiforme: il diametro superiore sorpassa difatti l'inferiore di 16 cm. In ciò consiste specialmente la differenza tra il profilo di Przibram e quello di Freiberg, giacchè in quest'ultimo la inclinazione delle pareti è 3 volte maggiore.

La sacca poi, ove ha luogo la temperatura più elevata, è rinfrescata esternamente da un canale a sezione rettangolare che ne fa il giro, ed entro al quale scorre acqua.

Il fondo del crogiuolo è fatto di *brasque*, miscuglio di 1 di polvere di carbone, per 2 di terra grassa: la *brasque* riposa sopra una lastra di ghisa.

La bocca del forno è chiusa, e questo è un sensibile vantaggio, perchè diminuisce le perdite per trascinamento. La chiusura è fatta mediante un cono di lamiera, che è mobile entro ad un altro fisso alla bocca del forno e capovolto: il sistema è analogo a quello detto *Cup and cone* degli alti forni a ferro. Il cono mobile si abbassa mercè un contrappeso al momento della carica, e la presa di gaz si fa tutto all'ingiro al disotto della sporgenza del cono fisso.

Si spilla il metallo fuso per mezzo di due canaletti praticati nel fondo del crogiuolo, i quali vanno a sboccare in due banchi collocati nel suolo dell'officina a lato del forno. Le scorie invece escono da un'apertura fatta nella parte superiore del crogiuolo, e si raccolgono in un recipiente conico di ghisa detto « *vortiegel* ». Questo si porta via mediante un carrello di ferro costituito di due ruote collegate da una sala, alla quale è fissa una spranga a guida di timone; detta spranga termina, dalla parte opposta, a forcella, la cui due braccia munite d'uncino servono a prendere il « *vortiegel* » per due orecchioni situati lateralmente al medesimo.

Per completare la descrizione del forno Pilz di Przibram, ne aggiungiamo le dimensioni principali, che furono adottate nella sua costruzione, dopo accurati studi:

Diametro del tino (cuve) alla bocca	m. 2,37
» » alla sacca	> 2,21
» della presura	> 1,58
» all'altezza degli ugelli	> 1,42
» esterno del forno	> 4,58
Altezza del tino (esclusa la parte del <i>Cup and cone</i>)	> 4,50
» della sacca fino agli ugelli	> 1,97
» degli ugelli al disopra del piano del suolo	> 1,00
» della camicia esterna	> 6,63
» delle colonne di ghisa	> 2,21
» totale dal suolo al piano di caricamento	> 8,84

Macchine soffianti. — Coi forni Pilz è in uso la formula del vento abbondante con poca pressione; si ottiene con ciò doppio vantaggio, ossia economia di combustibile e separazione più perfetta fra scorie e metallo fuso. Perciò a Przibram si è dato uno speciale sviluppo a questo accessorio del forno di fusione. Fino al 1874 non esisteva che una sola macchina soffiante a 2 cilindri orizzontali, capace di fornire 126 metri cubici d'aria al minuto, fino alla pressione di 84 mm. di mercurio.

Però dopo la costruzione del 2° forno Pilz, non bastando più questa sola macchina per i due forni e per la coppellazione, se ne impiantò una seconda a bilanciare con 2 cilindri verticali, della forza di 70 cavalli, capace di una produzione di 190 m. cubici d'aria al minuto e fino alla pressione di 105 mm. — La condotta che va dalle macchine agli ugelli ha m. 0,63 di diametro, ed è di lamiera di ferro.

Letto di fusione. — Lo si prepara in guisa da dargli un tenore di circa 40 0/0 di piombo e 0,200 0/0 d'argento.

Le particolarità della sua composizione sono le seguenti:

1° Forte proporzione di scorie antiche e provenienti dall'operazione stessa;

2° Mancanza quasi assoluta di metallina;

3° Addizione notevole di fondente calcareo.

La proporzione di scorie varia dal 100 al 200 0/0 di minerale; questi limiti sono gli stessi che quelli di Freiberg, colla differenza però che a Freiberg l'aggiunta di scorie tende a diminuire. Le scorie sono di due sorta: le antiche, più ricche e di cui si hanno grandi mucchi, e le recenti, delle quali parte si ripassano e parte si rigettano.

Quanto alla metallina, si è nell'impossibilità materiale d'agguarne una quantità sensibile, giacché la perfezione dell'abbrustolimento assicura la produzione quasi nulla della medesima. Tutto al più se ne trova una piccolissima quantità, proveniente dall'uno per cento di solfo rimanente nel minerale, alla punta dei pani di scorie ottenuti dalla colatura entro agli stampi conici summentovati: tale forma si presta appunto per raccogliere quel po' di metallina, che si distacca poi facilmente dalla scorie sovrastante. — In cifre, la produzione di metallina, che nel 1874 raggiungeva ancora il 3,66 per 100 di minerale trattato, non era più nel 1875 che di 0,49, grazie precisamente all'abbrustolimento completo.

L'inconveniente del solfo nella fusione sta nella grandissima affinità dell'argento per quel metalloide, talché, se si forma della metallina, si è certi che buona parte dell'argento passa in essa, e se le scorie contengono solfuri, esse racchiudono in pari tempo dell'argento; d'onde perdita in metallo e consumo di combustibile e mano d'opera nel ritrattamento.

L'addizione di castina come fondente raggiunge fino il 10 0/0, ma si mantiene generalmente al disotto di questo limite. Esso è però sempre superiore di molto a quello che si usa a Freiberg, ove il fondente calcare non supera il 5 0/0 del minerale. Benché sia da ammettere, come ragione della differenza, la diversità della ganga, è riconosciuto che l'aggiunta di castina è necessaria per produrre scorie povere; è quindi sempre una buona pratica il ricorrere ad una simile addizione.

Prima di dare un esempio dettagliato di composizione d'un letto di fusione, facciamo precedere la nota di tutti i materiali che servono a comporlo, indicandone in pari tempo i tenori medii in argento e piombo. Si distinguono i materiali in principali ed accessori: i primi sono i minerali di piombo agglomerati, e le scorie antiche; i secondi sono tutti quei mezzi-prodotti delle diverse operazioni metallurgiche, la cui ricchezza varia entro limiti assai estesi. Eccone senz'altro la lista:

	Ag	Pb
Minerali di piombo agglomerati	Ten. per 100: 0,311	50,04
Scorie antiche	» 0,0053	1,97
Metalline	» 0,104	14,50
Cascami del forno (ofen krätz)	» 0,142	44,78
Cascami poveri (arme krätz)	» 0,050	25,00
Polveri (poussières) della fusione	» 0,022	44,63
Abstrich della coppellazione	» 0,305	83,99
Litargirio nero (litharges sales)	» 0,007	86,33
Litargirio ricco	» 0,019	88,00
Fondi di coppella (herd)	» 0,077	66,56
Cascami di coppella (herdabfalle)	» 0,154	34,00
Fumi della coppellazione (Hugstaub)	» 0,025	56,00
Prodotti dell'affinaggio (feinbrennen)	» 3,995	33,46
Prodotti della riduzione del litargirio ricco	» 0,007	66,33
Abstrich del pattinsonaggio	» 0,113	90,71

Naturalmente non in ogni letto di fusione entrano tutti questi materiali; diamo ora, come esempio di composizione, quello ricavato dalle tabelle della fonderia nel mese di ottobre 1876:

Minerale agglomerato	100
Scorie diverse (antiche e recenti)	200
Cascami poveri (arme krätz)	2
Abstrich del pattinsonaggio	12
id. della coppellazione	14
Litargirio ricco	12
Fondi di coppella	12
Cascami di coppella	2
Ghisa	6
Ematite (rotheisenstein)	6
Ferro spatico	6
Castina	20

In questo esempio la quantità di scorie è di 2 per 1 di minerale, ed il fondente calcare entra per 1/5 del medesimo; si nota di più l'addizione di 18 0/0 di materie ferrifere, ripartite in 3 dosi eguali di ghisa, di ematite e di ferro spatico. Questi due minerali di ferro si estraggono, il primo da miniere dei dintorni, il secondo dal pozzo Lill, ove si presenta qual ganga metallica del filone piombifero ivi coltivata.

La media del trattamento di tutto l'anno 1875 differisce però assai dallo speciale esempio testè riferito: invero, facendo la proporzione rispetto a 7559 tonnellate di minerale passate nell'annata, si trova che per 100 di minerale si è consumato:

Ghisa	4,23
Ematite	6,86
Ferro spatico	1,12
Castina	7,42

Questo fatto si spiega colla varietà di composizione dei letti di fusione, soprattutto rispetto ai materiali accessori: quel che

rimane solo pressoché costante in tutti si è il tenore in piombo ed in argento. Havvi peraltro da notare la tendenza che si ha ad aumentare la dose di fondente calcare.

Riguardo ancora alle sostanze che servono ad introdurre il ferro necessario per la precipitazione del piombo, menzioneremo le scorie d'affinazione (scories de forge), delle quali si fa ancora uso a Przibram, ma limitatamente: quest'addizione tende però sempre più a scomparire, e così pure si propende a lasciar da parte la ghisa, la quale importa una forte spesa. Le sostanze ferrose si riducono in tal guisa ai soli minerali di ferro, e soprattutto all'ematite.

Altra funzione delle materie ferrose, nel trattamento di Przibram, si è quella di reagire sul solfuro di zinco introdotto nel letto di fusione dalla blenda, di cui i minerali di Przibram non vanno esenti. Infatti, il profossido di ferro che si forma, essendo base energica, fa passare lo zinco nelle scorie allo stato di ossido, e gli toglie in tal modo la facoltà di formare delle metalline.

Lavoro. — Stando all'andamento del mese d'ottobre scorso, una carica si compone di:

Kg. 1600 del letto di fusione suddetto,
Ettolitri 9 di carbone di legna,
Kg. 80 di coke.

Di simili cariche si passano 32 per 24 ore. — Il personale addetto è di 6 operai compreso il capo fonditore, i quali fanno servizio 12 ore di seguito.

La pressione del vento soffiato è di mm. 39 1/2 (= poll. 1 e 1/2) di mercurio; di qui si vede la conferma di quanto si disse precedentemente, cioè che nei forni Pilz si inietta l'aria abbondantemente, ma con poca pressione.

Il combustibile adoperato è un miscuglio di carbone di legna e di coke; però, visto che il prezzo di quest'ultimo è assai ribassato, si è diminuita progressivamente la quantità di carbone di legno, aumentando in proporzione, e con vantaggio, la quantità di coke.

Di più si sta ora disponendo per il riscaldamento dell'aria soffiata mercè i gaz provenienti dal forno. Questa è una pratica che non è generalmente riconosciuta necessaria; ma, a parer nostro, non la si deve trovare fuori di proposito, se si ha riguardo alla proporzione di ferro contenuto nel letto di fusione, ed alla notevole economia di combustibile che se ne ricava.

Per dare un'idea più esatta del lavoro di fusione a Przibram, aggiungeremo i dati ricavati da una media di 592 giornate di lavoro dei forni. Si trova allora che in 24 ore si è passato:

Minerale	tonn. 12,77	} 23,45	} 43,13
Materiali accessori piombo-argentiferi	» 10,68		
Scorie	» 19,68		
Combustib. misto (carb. di legna e coke)	» 8,59		

I due primi articoli presi assieme costituiscono ciò che si chiama a Przibram *hältige beschickung*; essa ha in peso un po' più della metà del letto di fusione totale, il quale comprende inoltre delle scorie come complemento.

Prodotti. — Col letto di fusione anzidetto si producono, nelle 24 ore, 12 tonnellate di piombo d'opera e diversi prodotti accessori, di cui diamo qui appresso le proporzioni per 100 di piombo, ed i tenori rispettivi in piombo ed in argento:

	Per 100 di Pb d'opera	Ten. in Ag	Ten. in Pb
Metallina	0,69	0,104	14,5
Cascami (ofen krätz)	1,07	0,151	46,5
Cascami poveri (arme krätz)	1,20	0,056	25,0
Polveri (poussières)	0,20	0,020	45,0
Scorie ricche	36,35	0,004	4,0

Da ciò appare che i prodotti accessori (demi-produits) della fusione sono ben poca cosa, ed in ispecial modo la metallina; essi vengono tutti ripassati nelle operazioni seguenti.

Le scorie che si rigettano hanno per 100 il tenore di:

0,0026 in argento e 2,72 in piombo.

È da notarsi che, facendo il confronto fra il tenore d'assaggio dei materiali passati alla fusione, e quello dei prodotti finali ed intermediari, si trova un guadagno sull'argento ed una perdita sul piombo. In altri termini, per 100 di metallo nella *hältige beschickung* si verifica:

Una perdita di	0,11 di piombo,
Un guadagno di	0,505 d'argento.

L'argento si ripartisce difatti nel modo seguente:

Nel piombo d'opera	99,314
Nei prodotti diversi	1,191

Totale 100,505

d'onde il guadagno suddetto di 0,505 0/0.

Consumo. — Mano d'opera: essa è di giornate 0,30 per 100 kg. di minerale passato alla fusione.

Combustibile: si consuma per la fusione:

Per 100 kg. di minerale	Carbone di legna		Coke
	Ettol. 1,99	Kg. 1,08	Kg. 14,03
» hältige beschickung	» 1,08	» 7,64	» 7,64
» letto di fus. (scorie compr.)	» 0,59	» 4,15	» 4,15

Per vedere il cambiamento che ha assunto il consumo di combustibile in questi ultimi anni, registrerò i numeri relativi che mi furono favoriti sul consumo di carbone di legna e di coke dal 1873 al 1875; queste cifre si riferiscono a 100 kg. di minerale trattato:

Anno	Carbone di legna	Coke
	Ettol. 3,30	Kg. 9,43
» 1874	» 2,75	» 12,40
» 1875	» 1,99	» 14,03

Per il riscaldamento delle caldaie delle macchine soffianti si adopera litantrace di media qualità: il consumo è di 10,45 per 100 di minerale. Le caldaie, in numero di 3, sono di buona costruzione, munite di speciale congegno per la carica del combustibile e per far cadere le ceneri. Ora però si è loro applicato il riscaldamento coi gaz presi alla bocca del forno; con ciò si ottiene un risparmio di qualche importanza.

Tra i materiali vari che si consumano nella fusione annoveriamo la *brasque*, miscuglio di carbone e terra grassa; di questa si consuma m³ 0,0013 per 100 kg. di minerale.

Prezzo di costo. — Per 100 kg. di minerale trattato, il prezzo di costo va calcolato come segue:

Mano d'opera	L. 0,7267	
Carbone di legna alla tonn.	L. 21,25	L. 1,3812
Coke	» 66,00	» 0,8025
Ghisa	» 0,00	» 0,3687
Ematite (rotheisenstein)	» 0,00	» 0,1837
Ferro spatico	» 30,00	» 0,0437
Scorie d'affinazione	» 13,50	» 0,0687
Castina	» 10,08	» 0,0867
Brasque al m ³	» 3,67	» 0,0053
Litantrace per la soffieria	» 0,00	» 0,0437
Materiali vari	» 0,1275	» 3,1167
Regia	» 0,7062	» 0,7062

Totale L. 4,5496

Dunque l'operazione della fusione al forno Pilz importa una spesa di Lire 4,55 al quintale; di tal somma 16 0/0 sono dovuti alla mano d'opera, 15 0/0 alle spese generali, ed i rimanenti 69 0/0 ai diversi materiali di consumo. Fra questi ultimi premezzia il combustibile per 49 0/0 e la ghisa per 8 0/0; dal che appare la convenienza delle modificazioni espote per l'utilizzazione dei gaz, e la necessità di abbandonare la ghisa attenendosi all'addizione di sola ematite.

IV. — Coppellazione.

Materiale. — Si hanno 4 forni di vecchio modello e 2 di modello recente costrutti nel 1875. In tutti 6 il sistema è quello della coppella tedesca a coperchio mobile; la differenza fra gli antichi ed i nuovi sta nelle dimensioni e nel modo di riscaldamento.

Forni antichi. — Le quattro cospelle antiche sono più piccole; esse sono disposte in batteria, cioè formano un quadrato con un unico condotto del fumo nel mezzo che serve per tutte quattro. La loro forma non differisce per nulla di essenziale da quella della ordinaria coppella tedesca; il cappello è circolare e di un pezzo solo. Esse sono adattate ad una carica iniziale di 7 tonnellate e mezza di piombo d'opera.

Il riscaldamento si fa col solito focolare laterale, ed il combustibile adoperato è stato finora il legno. Avuto però riguardo al prezzo elevato di quest'ultimo in quelle contrade, si mira sempre più a surrogarvi il litantrace, e si tentò persino di adoperare le ligniti. È noto difatti che a poca distanza da Przibram, e più specialmente verso il confine sassone della Boemia, esistono i potenti giacimenti di lignite di Aussig e Teplitz che forniscono un eccellente combustibile. In quanto al litantrace, lo si rinviene in un bacino ancor più vicino e ricchissimo, che è quello di Kladno. Queste condizioni sono favorevoli adunque a liberare Przibram dalle spese provenienti dall'ognor crescente prezzo del legname.

Notiamo, per incidente, che un ragionamento inverso andrebbe fatto per le fonderie circondate da vaste foreste; questo è il caso per es. a Schemnitz (Ungheria), epperò le operazioni, come la coppellazione, vi si fanno ancora, e con vantaggio, al legno.

Nuovi forni. — La particolarità delle cospelle di nuovo modello, distinte a Przibram col nome di *geschlossene treibherde*, si è, come l'indica il loro nome, di essere chiuse cioè fornite di

una cappa esterna, di aver una capacità di molto maggiore delle altre, e di essere scaldate coi gaz. Esse sono costituite dalla coppella propriamente detta e da un generatore Siemens sottostante.

I gaz prodotti dal generatore arrivano sul bagno dai due lati del bacile o suolo, ed il fumo se ne va da un canale situato nella parte centrale della volta. A tal uopo il cappello è formato di tre parti, due laterali mobili ed una centrale fissa; in questa appunto fa capo il canale del fumo, le altre due invece si sollevano al momento della carica, col mezzo di catene che vanno ad avvolgersi al di sopra di due puleggie. Queste parti mobili hanno in pianta una forma rettangolare, e quando sono in opera si appoggiano inferiormente sugli orli della coppella, e superiormente contro la parte fissa centrale, foggiate a mo' di un anello di volta.

La coppella propriamente detta è costituita da un primo letto inferiore di quarzo e argilla mescolati formante bacino, ed avente nel mezzo lo spessore di 0^m,105. Al disopra havvi lo strato assorbitante fatto di *kalkmergel* (marna calcarea), dello spessore uniforme di 0^m,132 (= 5 poll.).

Il generatore è uno dei soliti gasogeni Siemens; i gaz prodotti sono ammessi mediante una valvola in una specie di focolare laterale riunito alla coppella da un breve condotto, nel quale appunto si fa l'ammissione dell'aria necessaria alla combustione. Quest'aria è regolata da apposito rubinetto a portata di mano del coppellatore.

Gli ugelli, il cui getto è perpendicolare alla direzione dei gaz, sono in numero di tre. Le porte da lavoro sono due: la loro larghezza è di 0^m,237 (= 9 poll.).

Il diametro della coppella è di m. 3,476 (= 10 5'), e la sua capacità è 3 volte quella delle cospelle ordinarie, giacché la carica solita iniziale raggiunge le 22 tonnellate e mezza.

Prima di dare alcune cifre sul lavoro di coppellazione a Przibram, aggiungiamo quali sono i vantaggi che, dietro le esperienze istituite, i nuovi forni presentano in confronto degli antichi. Oltre ad una produzione maggiore, la quale trae seco un minor consumo di combustibile, si notò una minor perdita dei 2 metalli, soprattutto d'argento, ed una ricuperazione notevole di fumi nella cappa laterale, prodotto che negli altri forni va perduto per mancanza della medesima. Inoltre la produzione di litargirio rosso è maggiore di quella di litargirio giallo, cioè mentrecchè nei forni ordinari su 100 di litargirio, si ha 60 di giallo e 40 di rosso, in questi ha luogo l'inverso, ossia si produce 40 di giallo e 60 di rosso: ciò è un vantaggio, giacché il litargirio rosso ha in commercio un valore più elevato. Di più si produce minor quantità di litargirio ricco e di fondi di coppella, quindi minor materia da ripassare. Infine l'operazione riesce meno nociva agli operai, grazie appunto alla chiusura per la quale vengono assorbiti i fumi, impedendosi loro di spandersi nell'ambiente.

Ritorniamo sull'argomento parlando del prezzo di costo della coppellazione, e riferiremo dati all'appoggio. Notiamo solamente che, per il grande smercio che si fa di piombo allo stato di litargirio, si trovò sempre conveniente a Przibram di conservare la coppellazione tedesca, che dà maggior quantità di litargirio mercantile che non la coppella inglese. Si sa difatti che nel sistema inglese, nel quale la coppella, di dimensioni assai ridotte, è mobile ed il coperchio è fisso, si procede per *filage*, ossia per addizioni successive di piombo d'opera; in tal modo si riesce bensì a trattare di seguito copia maggiore di piombo che nella coppella tedesca, ma il litargirio prodotto è in gran parte impuro, e quindi, non essendo buono pel commercio, va pressochè tutto revivificato.

Lavoro. — Delle quattro cospelle piccole due sono sempre in fuoco; così almeno fu praticato fino a questi ultimi tempi, ma dacchè furono costrutti i nuovi forni, si dà a questi la preferenza per i motivi sovraesposti. Attesa peraltro la loro recente costruzione, essi vanno ancora soggetti a frequenti riparazioni, che assumono di solito maggior importanza che nei forni antichi. Perciò si alterna il lavoro tra gli uni e gli altri; ecco del resto i rispettivi dati nell'andamento normale:

	Forno antico	Forno nuovo
Carica	7,5 ton.	22,6
Durata dell'operazione	30 ore	71
Peso della focaccia d'argento	15 kg.	45
Litantrace	1500 »	4000

Si scorge da ciò, a favore del nuovo forno di coppellazione, una economia di tempo, epperò di mano d'opera, ed un'economia di combustibile. Gli operai necessari sono nei due casi un coppellatore, un aiutante ed un fuochista.

Avvenuto il lampo, non si lascia raffreddare la coppella poco a poco, ma si aprono tutte le aperture, si cessa il vento, e si raffredda bruscamente la focaccia, adattando un canale di ferro ad una porta e facendovi colare dell'acqua dentro. In pochi minuti la focaccia si distacca; allora la si toglie, e nettata, la si pesa e si porta in magazzino.

Passando ora alla natura della carica, noteremo che il tenore in argento del piombo che si coppella è in media del 1/2 per cento. Per la massima parte si passa del piombo d'opera proveniente dalla fusione al forno Pilz, descritta precedentemente; questo ha, come dicemmo allora, il tenore di 0,497 d'argento e 98,21 di piombo. Vi si aggiunge però 1/50 circa della carica totale, di piombo ricco proveniente dal pattinsonaggio col tenore di 1,301 d'argento e 98,25 di piombo, e 1/100 di piombo d'opera ricavato dalla revivificazione del litargio nero che contiene 0,110 e 99,75 dei due metalli. Il tenore medio è dunque finalmente di 0,507 d'argento e 98,23 di piombo.

Prodotti. — Oltre all'argento di lampo (blicksilber) ed all'argento raffinato (feinsilber), i prodotti secondari sono molti e di tenori assai diversi. Li enumereremo tutti dandone in pari tempo il tenore, prima di considerare in particolare i due casi summentovati:

	Tenore in Ag.	Tenore in Pb.
Abstrich	0,305	84
Litargio nero (2 sorta)	0,015-0,007	82-86
» ordinario	0,006	91
» rosso	0,005	91
» ricco (2 sorta)	0,032-0,037	86-87,5
Fondi di coppella (herd)	0,077	66,5
Cascami di coppella (herdabfalle)	0,154	34
Fumi (flugstaub)	0,025	56
Crasses dell'affinaggio	6,020	42
Fondi di coppella dell'affinaggio	1,170	35
Cascami (herd abfalle) id.	2,585	12

L'argento di lampo è il prodotto della coppellazione ordinaria; l'argento raffinato è quello ottenuto con una nuova coppellazione del precedente. Si procede al raffinamento quando si è raggiunto una quantità sufficiente, 800 a 900 kg., d'argento di lampo, e l'operazione ha luogo nello stesso forno testè descritto e in condizioni analoghe.

Ciò che si chiama litargio ordinario è quello giallo che serve in seguito alla produzione del piombo dolce e può anche esser messo tal quale in commercio; cascami di coppella (herd abfalle) sono poi quei pezzi di essa che trovandosi lateralmente alla via d'uscita del litargio (voie des litharges), contengono generalmente una certa quantità di granelli di piombo ricco. Così pure delle due sorta di litargio ricco, quello di maggior tenore in argento, che vien chiamato « zuschlagglätte », è appunto quello che, rappigliatosi dai due lati della via d'uscita, ritiene una quantità piuttosto notevole dei granelli medesimi.

Fra questi vari prodotti della coppellazione, i due soli mercantili sono il litargio rosso ed il litargio ordinario o giallo. Eccone le analisi fatte dall' i. r. ufficio generale d'assaggio in Vienna:

	Litargio	
	Giallo	Rosso
Ossido di piombo	97,88	98,19
Ossido di rame	0,24	0,23
Acido antimonioso	0,26	0,22
Acido arsenioso	traccie	traccie
Allumina con traccie d'ossido di ferro	0,07	0,07
Calce	0,24	0,19
Magnesia	traccie	traccie
Acido solforico	0,10	0,16
Perdita per calcinazione	0,66	0,48
	99,45	99,54

Venendo ora ai due casi portati per esempio, si trova come prodotti secondari, oltre le focaccine d'argento del peso rispettivo di 15 e 45 kg.:

	Forno antico	Forno nuovo
Abstrich tonn.	0,650	2,500
Litargio nero »	0,801	2,200
» rosso »	1,700	5,800
» ricco »	0,117	0,300
Fondi di coppella »	1,621	3,500

Ricordando adunque che le cariche stanno come 1 a 3, si vede con numeri la dimostrazione dei vantaggi che offrono i forni di coppellazione a gaz, cioè maggior produzione di litargio rosso, minore di litargio ricco e maggior concentrazione nell'assorbimento. Vedremo fra poco a quale economia ciò corrisponda nel caso di Prziham.

Consumo. — 1° Mano d'opera: essa è di giornate 0,25 per 100 kg. di piombo d'opera.

2° Combustibile: prendendo la media dell'anno si ricava che per 100 kg. di piombo d'opera si è consumato:

Legna m ³	0,0859
Litantrace di media qualità kg.	7,24
Lignite »	0,43

ma se consideriamo il caso di solo litantrace, come nei due esempi citati, troviamo:

per il forno antico 20 0/0, per il forno nuovo 17 0/0.

3° Macchina soffiante: dessa richiede 7,65 di litantrace per 100 di piombo d'opera; questo consumo corrisponde ad 1/3 del consumo totale della macchina.

4° Materiale per la coppella: per 100 kg. di piombo si consuma m³ 0,095 di marna calcare (kalkmergel).

5° Perdita d'argento: il riparto di 100 kg. d'argento passati alla coppellazione avviene nel modo seguente:

Nell'argento raffinato	87,111
Nei prodotti vari	11,537
Perdita dell'operazione (il complemento a 100)	1,352

Totale 100,000

E siccome nei prodotti vari havvi il litargio rosso che va in commercio senza ulteriore disargentazione, ed il cui tenore proporzionale per 100 d'argento iniziale è di 0,621, così la quantità d'argento che effettivamente non si ricupera è di

$$1,352 + 0,621 = 1,973$$

per 100 d'argento contenuto nel piombo d'opera.

Prezzo di costo. — Per la coppellazione di 100 kg. di piombo d'opera agli antichi forni si richiede:

Mano d'opera	Lire 0,6305
Legno	Lire 0,5115
Litantrace »	0,2202
Lignite »	0,0127
Marna calcare a Lire 14,80 il m ³ »	0,1405
Litantrace per la soffiaria	0,2325
Materiali vari »	0,7451
Regia »	0,4072

Totale Lire 2,9002

Nei nuovi forni si verifica un'economia che si ripartisce come segue:

Sul combustibile	Lire 0,20
Sulla marna calcare »	0,05
Sulla mano d'opera »	0,17

Totale Lire 0,42

cioè si ha un'economia del 15 0/0 rispetto agli antichi forni; resta dunque come costo dell'operazione nei forni nuovi, L. 2,48 per 100 kg. di piombo d'opera.

Per vedere poi più chiaramente a quale economia corrisponda effettivamente il lavoro coi nuovi anziché cogli antichi forni, riferiamo i risultati delle esperienze istituite in proposito, tenendo conto dei vantaggi di diversa natura arrecati dalla nuova disposizione, e che più sopra abbiamo enumerati. Da codesti esperimenti si ricava che per ogni 100 kg. di piombo coppellato si risparmia:

Per le minori perdite di metalli (soprattutto argento) L.	2,0980
Per il raccoglimento dei fumi »	0,2435
Per la maggior produzione di litargio rosso »	0,2075
Per la minor quantità di litargio ricco e fondi di coppella da ripassare »	0,2365
Per minor consumo di combustibile »	0,2008

Totale Lire 2,9833

Se i risultati di queste esperienze sono attendibili, sembrerebbe adunque che l'economia fatta è sufficiente a coprire la spesa attuale dell'operazione ed a remunerare la spesa d'impianto alquanto elevata. E se pur qualche merito è da attribuirsi alle circostanze locali, i vantaggi sono nondimeno incontestabili, ed il sistema merita considerazione, soprattutto nei paesi come il nostro, ove, per mancanza di combustibile, i gasogeni riescono di vantaggiosa applicazione.

V. — Pattinsonaggio.

Materiale. — Finora codesta operazione ha avuto poca importanza, come produzione, alla fonderia di Prziham; gli studi relativi furono però proseguiti con alacrità, e questo modo di arricchimento del piombo d'opera sta per prendere colà un nuovo sviluppo. Nell'anno ora scorso la produzione di piombo arricchito col pattinsonaggio non giungeva intanto al decimo di quello coppellato direttamente.

Il materiale in uso è dunque per ora ben poca cosa: esso consta semplicemente di due caldaie emisferiche di ghisa situate l'una ad un livello superiore dell'altra, e adagate sopra un forno in cui i gaz che hanno finito di scaldare la caldaia superiore vanno poi a scaldare l'inferiore.

La caldaia superiore serve alla fusione del piombo; essa ha il diametro di 1^m,264 (= 4 piedi) e la profondità di 0^m,632. La caldaia inferiore è destinata alla cristallizzazione ed ha il diametro di 1^m,580 (= 5 piedi) colla profondità di 0^m,490. Le capacità rispettive delle due caldaie sono, esprimendole in pesi di piombo, di 60 e 117 quintali; il loro spessore, eguale per ambedue, è di 40 mm. (= 1 poll. 1/2).

Un canale, anch'esso di ghisa, si diparte dalla caldaia di fusione e con una leggiera pendenza va a presentare l'altro suo capo al disopra della caldaia di cristallizzazione; a questa estremità essa è chiusa da una saracinesca apribile mediante un contrappeso.

Una gru scorrevole, mossa a braccia d'uomo, serve per le diverse manovre della operazione, cioè carica e scarica dei dischi di piombo.

Lavoro. — Da due anni si applica con successo il pattinsonaggio col vapor d'acqua, ed i risultati ottenuti sono dichiarati soddisfacenti tanto sotto il punto di vista delle perdite in metallo, che sotto quello della qualità di piombo dolce e del consumo di combustibile.

Il vapor d'acqua serve d'agitatore al piombo fuso che, provenendo dalla caldaia superiore ove ha subito la fusione, è passato nella inferiore; si ha l'avvertenza di adoperare vapore sovrariscaldato, che agita bene la massa senza raffreddarla. Si formano allora, per effetto di liquazione, dei cristalli o croste di piombo povero, mentre il piombo rimasto liquido, si è arricchito in argento.

L'operazione del pattinsonaggio, quantunque perfezionata, è peraltro lunga, e per aver maggior produzione si stanno ora costruendo altre due batterie di due caldaie l'una, analoghe a quella testè descritta.

Si fanno altresì esperimenti per la disargentazione collo zinco; questi non erano peranco compiuti nell'ottobre scorso. In massima però, il progetto d'un tale impianto era fin d'allora stabilito.

Il sistema consiste nell'aggiungere 1 a 2 0/0 di zinco al piombo fuso, ed agitare il bagno onde ottenere, per liquazione di effetto contrario a quello del pattinsonaggio propriamente detto, dei cristalli ricchi di zinco, argento e piombo, ed una massa liquida impoverita. Il trattamento dei cristalli ricchi si prefigge quindi la separazione dello zinco da piombo e argento, e la formola che si vuol adottare a tal uopo a Przibram, è quella inglese, ossia di fondere la lega ternaria con scorie ferrose d'affinaggio; queste hanno sullo zinco l'effetto che già conosciamo, cioè di farlo passare nelle scorie, e resta così separato il piombo d'opera assai ricco in argento.

Stando intanto al lavoro attuale, il passaggio dal piombo d'opera al piombo arricchito si fa mediante 11 numeri intermedi, di tenore crescente fino a 1300 grammi d'argento per quintale di piombo ricco.

Il piombo trattato è un miscuglio di 3 qualità diverse, aventi diversa origine:

1° Il piombo d'opera della fusione ordinaria ma di minor ricchezza in argento;

2° Il piombo d'opera proveniente dall'affinaggio del litargio nero;

3° Il piombo (frischblei) ottenuto colla riduzione del litargio ricco.

La massima parte è costituita da quest'ultimo che entra per 54 0/0 nella quantità totale trattata; viene quindi il piombo della fusione ordinaria per 38 0/0, ed infine il piombo del litargio nero per 8 0/0. I loro tenori rispettivi sono i seguenti:

	Tenore in Ag.	Tenore in Pb.
Piombo della fusione ordinaria	0,339	98,20
> del litargio nero	0,102	99,75
> del litargio ricco	0,065	99,75

Per avere poi un'idea del lavoro di 24 ore, basta considerare le quantità trattate nel lavoro consecutivo di un anno: da queste risulta che si passano al giorno 3 tonnellate e mezza di piombi diversi di cui 1/10 è costituito dai piombi intermedi. Eccone del resto il dettaglio per l'anno 1875, sopra un totale di 1032 tonnellate:

Piombo della fusione ordinaria	tonn.	347
> del litargio nero	"	508
> del litargio ricco	"	75
Piombi intermediari	"	102

Prodotti. — Si hanno come prodotti finali dell'operazione il piombo ricco ed il piombo dolce: il piombo dolce non tiene più che 0,0027 d'argento per 100 e si mette senz'altro in commercio. La sua produzione raggiunge giornalmente la metà della carica, si ottiene cioè, nelle 24 ore, 1750 kg. di piombo dolce.

Il piombo ricco è quello che si passa poi alla coppellazione;

se ne producono 300 kg. per 24 ore: il suo tenore è, come già vedemmo, di 1,301 d'argento e 98,25 di piombo.

Un prodotto secondario sono gli *abstrich* o schiume, che si formano nella caldaia di fusione; la schiumatura preliminare ha appunto per iscopo di purificare un po' il piombo, prima di farlo passare alla cristallizzazione, per il buon effetto della quale sarebbe necessario aver del piombo possibilmente scevro di metalli estranei. Gli *abstrich* hanno il tenore di 0,113 d'argento e 90,75 di piombo e se ne producono giornalmente 1000 kg.; essi vengono ripassati nella fusione al forno Pils.

Rimangono infine i piombi intermediari dei diversi numeri che sono ritrattati successivamente.

Consumo. — 1° Mano d'opera: essa è di giornate 0,40 per 100 chilogrammi di piombo trattato. Questo consumo, come si vede, è assai elevato, soprattutto se lo confrontiamo con quello analogo delle altre operazioni. Ciò dipende da che alla gru scorrevole sono costantemente addetti 3 uomini per le occorrenti manovre: perciò nella nuova officina in costruzione si stabilirà una gru a vapore, che, per mancanza di spazio, non si potè impiantare presso la batteria ora esistente.

2° Combustibile: si adopera quasi esclusivamente del litantrace di media qualità; per incamminare il fuoco si consuma anche un po' di legna e di carbone di legna. Per 100 kg. di piombo trattato, escluso il piombo intermedio, si ritiene come consumo medio:

Legna	m ³	0,007
Carbone di legna	"	0,001
Litantrace	kg.	23,78

3° Perdita di metalli: per il piombo la perdita che risulta dall'operazione è dovuta specialmente alla volatilizzazione, ed è di 2,44 0/0 di piombo trattato. Per l'argento la perdita ha due origini, l'una dovuta alla manipolazione, l'altra al tenore rimanente nel piombo dolce. In numeri, la perdita d'argento per 100 chilogrammi di questo metallo esistente nel piombo iniziale, è espressa come segue:

Perdita dovuta all'operazione	0,224
Argento rimanente nel piombo dolce	0,838

Perdita totale per 100 d'argento 1,062

Tanto questi risultati come quello che esprime il consumo di combustibile, sono, siccome esponemmo fin dappincipio, abbastanza soddisfacenti; e, migliorandosi le condizioni d'impianto, si ha luogo di sperare di ridurre ancora le cifre suddette.

Prezzo di costo. — Per 100 kg. di piombo trattato, il costo del pattinsonaggio si computa così:

Mano d'opera	Lire	1,0750
{ Legna	Lire	0,0350
{ Carbone di legna	"	0,0062
{ Litantrace	"	0,7287
Materiali varii	"	1,2767
	"	2,0466
Regia	"	0,5105
		Totale Lire 3,6321

Si osserva qui che il consumo di materiale entra per 1/3 nel prezzo di costo, il che è certamente troppo forte: questo fatto è, crediamo, da attribuirsi alla poca durata delle caldaie di fusione che vanno rinnovate frequentemente. Le caldaie di cristallizzazione fanno per contro buonissima prova.

Il facile consumarsi delle caldaie di fusione trova una ragione ovvia nell'esposizione diretta e continua delle medesime al fuoco; sarebbe quindi bene il dar loro un maggior spessore nella parte inferiore, anziché uno spessore uniforme come hanno adesso. Non ultima però delle cagioni del pronto deperimento potrebbe pur essere quella delle impurità contenute nel piombo d'opera, che finora non è costume a Przibram di raffinare, prima di passarlo al pattinsonaggio. L'impianto di un forno di raffinazione preliminare ci sembrerebbe adunque conveniente, non solo per l'operazione di cui parliamo, la quale diventerebbe così più regolare massime nella cristallizzazione, e meno costosa, ma eziandio per la coppellazione cui ciò riuscirebbe del pari proficuo.

VI. — Operazioni complementari.

Sotto questo titolo riuniamo tutte quelle operazioni che costituiscono il complemento del trattamento metallurgico di Przibram, cioè:

- 1° Affinaggio del litargio nero;
- 2° Riduzione del litargio ricco;
- 3° Ottenimento del piombo dolce (weichblei);
- 4° Ottenimento del piombo agro (hartblei).

Queste operazioni, tranne la prima, si fanno entro ai forni apposti, di cui già tenemmo parola al principio della descri-

zione della fusione ordinaria. Esse non sono continue, ma hanno luogo solamente a seconda del bisogno. Diremo brevemente di ognuna.

Affinaggio del litargirio nero. — Si trattano in questa operazione le così dette *schwarze glätte* (litargirio nero), che sono uno dei prodotti della coppellazione, ed il cui tenore è di 0,015 d'argento e 82 di piombo.

Lo scopo è di concentrare l'argento in un piombo d'opera di ricchezza sufficiente per passarlo alla disargentazione.

L'operazione si fa in un ordinario forno di coppellazione, sopra una carica di 4 tonnellate di litargirio nero; la carica si mescola con 4 a 5 0/0 di carbone di legna minuto. Si scalda con della legna, e si ottiene per *ressuage* il piombo fuso, che si spilla da un foro praticato nel suolo del forno.

Il prodotto ricavato da una carica è di 880 kg. di piombo d'opera del tenore medio di 0,105 in argento e 99,75 di piombo; hannovi poi ancora 2880 kg. di scorie a 72,50 0/0 di piombo, che servono alla produzione del piombo agro, ed una piccola quantità di prodotti accessori.

Il piombo d'opera ottenuto è quello che abbiamo veduto far parte del piombo coppellato direttamente, o previamente arricchito col pattinsonaggio.

Il consumo dei diversi materiali, per 100 kg. di litargirio nero trattato, è il seguente:

Legna	m ³	0,145
Carbone di legna e carbonella	„	0,006
Brasque (argilla e carbone)	„	0,004
Marna calcare	„	0,003

Si nota che l'operazione dà un leggiero guadagno in argento ed una perdita in piombo.

Il prezzo di costo del trattamento per 100 kg. di litargirio nero risulta così:

Mano d'opera	Lire	0,4057
Combustibile e materiali vari	„	1,0055
Regia	„	0,2305

Totale Lire 1,6417

Riduzione del litargirio ricco. — Questa operazione e le seguenti si fanno in un mezzo alto forno (*halbhochofen*) che fa parte dell'officina di coppellazione. Nell'operazione presente vengono trattati i litargiri ricchi che hanno il tenore medio di 0,034 d'argento e 86,79 di piombo. Anche qui si vuol ottenere un piombo il cui tenore in argento permetta almeno di passarlo al pattinsonaggio.

Il letto di fusione è composto di 3 di litargirio ricco, per 2 di litargirio ordinario (*grüne glätte*), per 1 di scorie antiche. Di questo letto di fusione si passano 12 tonnellate per 24 ore, ed il combustibile che s'impiega è il carbone di legna.

I prodotti sono: il piombo arricchito col tenore di 0,065 in argento e 99,75 in piombo, che si passa al pattinsonaggio; le scorie che tengono ancora 41 0/0 di piombo; i cascami del forno (*ofenkrätz*) col tenore di 0,008 e 60; e le demolizioni del suolo (*débris de sole*) con 0,020 e 77.

Il consumo per 100 kg. di letto di fusione consiste in:

Carbone di legna	m ³	0,128
Brasque	„	0,0026

Anche qui, come nell'operazione precedente, si verifica guadagno sull'argento e perdita sul piombo.

Analizzando infine il prezzo di costo, troviamo per 100 chilogrammi di letto di fusione:

Mano d'opera	Lire	0,3120
Combustibile e materiali vari	„	0,9297
Regia	„	0,2027

Totale Lire 1,4444

Ottenimento del piombo dolce. — Abbiamo già visto che si ricava del piombo dolce come prodotto del pattinsonaggio; se ne ottiene anche direttamente con un'operazione speciale di cui vogliamo parlare ora.

A tal uopo si trattano i litargiri ordinari o gialli della coppellazione, i quali, benchè puri, non hanno quasi smercio a questo stato, od almeno sono meno ricercati.

L'operazione attuale consiste in una semplice riduzione dell'ossido a contatto col carbone incandescente: si passano adunque strati alternativi di carbone di legna e di litargirio giallo che tiene 91 0/0 di piombo. Si trattano così, nelle 24 ore, 9 tonnellate di litargirio che richiedono 97 ettolitri di combustibile.

Il prodotto principale è il piombo dolce, di cui si ricavano tonnellate 7,7 per 24 ore: questo, colato in pani, entra senz'altro

in commercio. I prodotti secondari sono le scorie ritenenti 61 0/0 di piombo, ed i cascami (*ofenkrätz*) del tenore di 50 0/0.

Il consumo per 100 kg. di litargirio passato è il seguente:

Carbone di legna	m ³	0,108
Brasque	„	0,006

Il prezzo di costo poi, riferito a 100 kg. di piombo dolce prodotto, è rappresentato da:

Mano d'opera	Lire	0,2745
Combustibile e materiali vari	„	0,9692
Regia	„	0,2032

Totale Lire 1,4469

Ottenimento del piombo agro. — La materia prima di questa operazione sono le scorie del trattamento del litargirio nero, come già accennammo, le quali contengono 72,50 di piombo per 0/0. Queste scorie, che sono il risultato di una epurazione, racchiudono tali elementi eterogenei da non poter dar origine che ad un piombo agro, cioè impuro.

Alle scorie suddette si mescolano 6 0/0 di cascami del forno (*ofenkrätz*) e 1/2 per cento di demolizioni del suolo (*débris de sole*). Si passano per 24 ore 3 tonnellate di codesto miscuglio, e s'impiega come combustibile carbone di legna e coke contemporaneamente, consumando del primo m³ 1,200 per 24 ore, e del secondo tonnellate 0,500. Si aggiunge come precipitante 75 0/0 di scorie d'affinazione del ferro.

Si produce con ciò tonnellate 1,9 di piombo agro per 24 ore; questo è un prodotto finale che vien messo in commercio. La sua composizione, secondo le analisi dell'ufficio d'assaggio di Vienna, è la seguente:

Piombo	83,68
Antimonio	15,39
Arsenico	0,94
Rame	0,17
Ferro	0,05
Argento	0,014

I prodotti secondari dell'operazione sono: i cascami del forno del tenore di 38 0/0 in piombo, le demolizioni del suolo con 45 0/0 del medesimo, e le scorie da ripassare con 9 0/0.

Come consumo, per 100 kg. di sostanze trattate, troviamo:

Carbone di legna	m ³	0,400
Coke	tonn.	0,017
Scorie d'affinazione (del ferro)	„	0,075
Brasque	m ³	0,008

La perdita in piombo dovuta all'operazione è di 9,58 per cento di piombo contenuto.

Il prezzo di costo infine, riferito a 100 kg. di piombo agro prodotto, è il seguente:

Mano d'opera	Lire	1,3430
Combustibile e materiali vari	„	7,9042
Regia	„	1,5011

Totale Lire 10,7483

Questa cifra è assai elevata e supera del 20 0/0 il costo della fusione ordinaria al forno Pilz, quando lo si riferisse del pari al piombo d'opera prodotto: la difficoltà metallurgica del trattamento è la causa principale di questo forte prezzo di costo, ed il dettaglio del consumo ne dà la spiegazione.

Terminiamo questa notizia col dare il riassunto delle perdite in metallo di tutto il trattamento e il prezzo di costo complessivo del medesimo.

Perdite in metallo. — Stabiliamo anzitutto il bilancio seguente: nell'intera annata si trattarono:

In minerali	tonnellate	7559
In mezzi-prodotti	„	6321

Totale tonnellate 13880

contenenti complessivamente le quantità qui sotto segnate di ogni metallo:

	Argento	Piombo
Minerali	kg. 23514	tonn. 3782,7
Mezzi-prodotti	„ 3285	„ 1753,9
Totale kg. 26799		tonn. 5536,6

Parlando di ogni operazione separatamente, già accennammo se in essa si notasse guadagno o perdita: ora, prendendo ciascuna di esse nel suo complesso annuale, e considerando eziandio i prodotti mercantili, la differenza in più o in meno fra le quan-

tità di metalli effettivamente introdotta e quella ricavata, appare dal quadro seguente:

	Perdita		Guadagno	
	Kg. Ag.	Tonn. Pb.	Kg. Ag.	Tonn. Pb.
Fusione	—	6,55	135,4	—
Coppellazione	354,8	255,13	—	—
Litargio mercantile	163,1	—	—	—
Pattinsonaggio	3,8	25,02	—	—
Piombo dolce del pattinsonaggio	14,3	—	—	—
Affinaggio del litargio nero	—	41,02	37,5	—
Riduzione del litargio ricco	—	5,92	58,0	—
Ottenimento del piombo dolce	—	1,48	—	—
Ottenimento del piombo agro	—	25,78	—	—
Totale kg.	536,0	ton. 360,90	kg. 230,9	—
D'onde deducendo il guadagno	„ 230,9	—	—	—
Resta la perdita effettiva di	kg. 305,1	ton. 360,90	—	—

Questi risultati riferiti alle quantità totali trattate, danno, come perdite proporzionali, i numeri qui appresso:

Perdite per 100 di metallo	Argento	Piombo
Nei minerali	1,297	9,54
Nei minerali e mezzi-prodotti riuniti	1,138	6,51

Notiamo qui che nel 1872, cioè prima dell'introduzione dei forni Pilz e dei grandi forni di coppellazione, le perdite erano: per l'argento solamente di 0,853 e pel piombo del 17,50 per 100 di metallo contenuto nei minerali. Se dunque da un lato il nuovo impianto ha prodotto un miglioramento nella ricupera del piombo, dall'altro ha accresciuto la perdita in argento.

Giova però osservare che, essendosi di molto aumentata la produzione, è diminuito il costo del trattamento, e quindi in ultima analisi si è verificato un utile notevole.

Costo di produzione di 1 kg. d'argento raffinato. — Consideriamo infine il prezzo di costo totale di un chilogramma d'argento raffinato. Desso risulta dalla combinazione dei prezzi di costo parziali, colle quantità proporzionali di prodotto passato successivamente da una operazione all'altra. Così facendo, si giunge al dettaglio seguente:

Mano d'opera	Lire 6,87 ⁵⁰
Consumo di materiali	„ 21,57 ⁵⁰
Regia	„ 4,65 ⁰⁰
Totale Lire	33,10⁰⁰

Questo è il costo di produzione di 1 kg. d'argento raffinato; nel 1872 esso era invece di Lire 36, 34²⁰ e salì persino a 38,83²⁰ nel 1873. Si vede adunque quale vantaggioso effetto abbia avuto definitivamente sul prezzo di costo del trattamento di Przibram, il perfezionamento del suo materiale.

Di più, siccome per comodo della contabilità, tutto il costo di produzione si fa pesare sull'argento, ecco in qual modo si può stabilire il beneficio ricavato dall'Erario, nel trattamento del minerale di piombo argentifero alla fonderia di Przibram:

Il prezzo di compera del minerale è valutato, secondo i soliti calcoli che fa il fonditore, in base alle analisi per via secca e deduzione fatta delle perdite del trattamento, in:

Lire 183,90 per kg. d'arg. contenuto nel minerale da trattarsi,
 Lire 38,92 per 100 kg. di piombo „ „

Il prezzo di vendita è invece di:

Lire 229,67 per kg. d'argento (valore medio in carta per l'anno 1875).

Lire 63,32 per 100 kg. di piombo.

Aggiungendo al prezzo di compera dell'argento, il costo di produzione di cui sopra, troviamo la somma di Lire 217,00; il beneficio finale è dunque di:

Lire 12,67 per kg. d'argento raffinato.
 „ 24,40 per 100 kg. di piombo mercantile.

Ing. ORESTE LATTES.

NECROLOGIA

Giovanni Cristiano Poggendorf di Berlino. — Nacque nel 1797 ed arrivò alla bella età di 80 anni. Nei primordi di sua carriera si occupò di chimica e farmacia. Dall'età di 24 anni in poi si diede alla fisica con indirizzo strettamente scientifico.

Come fisico ebbe meriti distinti. Il suo nome è menzionato nella storia della scoperta del principio di moltiplicazione nella galvanometria. Da quell'epoca non aveva mai cessato di occuparsi di tutte le questioni di elettricità, mantenendo sempre il suo posto fra i fisici contemporanei più riputati.

Il maggiore suo merito sta nell'aver assunto, dopo la morte di Gilbert, la direzione degli Annali di fisica, che da lui hanno preso il nome di *Annali di Poggendorf*, e nell'avervi perduto con grande efficacia e larghezza d'idee per 52 anni consecutivi, fino all'ultimo giorno della vita.

L'influenza degli Annali di Poggendorf in Germania ed in Europa è stata grandissima. Quel giornale ha rappresentato e rappresenta ancora il movimento scientifico della Germania per ciò che riguarda la fisica. Esso fu l'arma più semplice e più potente, per combattere quel falso spirito scientifico, che invalse per qualche tempo col pomposo titolo di filosofia naturale — *Naturphilosophie* — la quale aveva la pretesa di costruire il mondo *a priori*, ed aveva con Oersted falsato l'indirizzo scientifico di molti.

Due anni fa i fisici di tutto il mondo si erano accordati per festeggiare dovunque il fatto della pubblicazione degli Annali per 50 anni consecutivi: 150 volumi erano pubblicati e dimostravano in modo evidente i meriti del Poggendorf.

Chi augurava allora al buon vegliardo ogni prosperità, non poteva certo pensare che due anni dopo sarebbe venuto il giorno della fine; ma almeno udrà con piacere e con soddisfazione che la pubblicazione degli Annali non subirà, come non ha subito, alcuna sosta, avendone assunto la direzione l'illustre professore Wiedemann di Lipsia. (*Notizie del Prof. BLASERNA, all'Accademia dei Lincei*).

BIBLIOGRAFIA

I.

L'Art et l'Industrie. — Riceviamo dall'editore milanese *Ulrico Hoepli* un fascicolo ed il programma per l'anno 1877 del suo elegante giornale *L'ART ET L'INDUSTRIE*, che prima del 1876 pubblicavasi col titolo di *Guida per le Arti e Mestieri*.

Ci rallegriamo col sig. Hoepli del proposito che manifesta, di introdurre nella direzione tecnica « nuovi elementi che per la » pratica dell'Italia possano farsi un giusto criterio del modo » in cui dev'essere fatto un periodico di questo genere che *debba » essere letto e studiato con profitto dagli Italiani*. Perché in verità, quello di cui parliamo, per quanto contenesse buone e belle cose, parve piuttosto la traduzione d'un'opera straniera, come anche adesso sono prettamente stranieri persino gli ornati della copertina.

Così potessimo lodare il sig. Hoepli ch'egli tornasse a pubblicare in italiano il testo, poichè, se la scusa di stampare in francese onde ottenere al giornale maggior diffusione, potrebbe valere quand'esso contenesse lunghe e difficili trattazioni, non sembraci veramente avere gran peso, quando è questione di poche linee di dichiarazioni di disegni.

II.

Atti della Società degli Architetti ed Ingegneri Civili di Genova.

Riceviamo il fascicolo degli atti per l'anno 1876, che fu testè pubblicato, e siamo lieti di constatare che anche l'Associazione degli Ingegneri di Genova siasi rimessa sulla via di una vitalità operosa, nominando a suo presidente il chiarissimo professore Stefano Grillo, e tenendo a tale scopo parecchie adunanze. L'elenco dei soci è del pari accresciuto da giovani e distinti Ingegneri che si erano laureati a Torino. E come i loro nomi hanno rinvivato in noi le più dolci ricordanze, così la loro abilità ci dà ragione a sperare che vorranno accrescere di numero e di mole i volumi degli atti con particolareggiate relazioni sulle opere cospicue e sui progressi industriali che si vanno facendo nella città di Genova e nelle provincie Liguri. Ne approfitteremo anche noi; ne avvantaggeranno anche i nostri lettori.

III.

Le proprietà cardinali degli strumenti diottrici. dell'ingegnere GALILEO FERRARIS, prof. di fisica tecnologica nel R. Museo Industriale Italiano. — Torino, Ermanno Loescher, 1877. — 200 pagine in 8° con 66 incisioni nel testo. Prezzo lire 5,00.

Nel 1840 Gauss poneva le basi di una nuova teoria degli strumenti diottrici, per mezzo della quale, con costruzioni semplicissime e con formole identiche a quelle, che prima si avevano pel caso di una sola superficie rifrangente e pel caso ideale di una lente infinitamente sottile, si potevano studiare gli effetti di un sistema qualunque di mezzi trasparenti separati da superficie sferiche centrate.

La nuova teoria avrebbe dovuto divulgarsi e sostituirsi nelle scuole e ne' libri didattici alla antica, che, inapplicabile al caso ove la luce emerge in un mezzo diverso da quello nel quale si propagano i raggi incidenti, non poteva, se non imperfettamente, rendere ragione della funzione dell'occhio; e che, inetta a tener conto dello spessore de' vetri senza gravi complicazioni, conduceva nelle applicazioni agli strumenti ad approssimazioni grossolane.

Ma così non avvenne; ed anche dopo i lavori del Listing, che la perfezionarono, e le chiarissime esposizioni che parecchi autori insigni fecero della nuova teoria, ancora oggi nella maggior parte de' trattati e nelle scuole, essa non fu introdotta.

La causa di questo fatto sta nella forma analitica nella quale Gauss ha esposto la teoria. Perciò l'egregio dottore Galileo Ferraris, si propose in quest'operetta di dare della teoria di Gauss una esposizione puramente *geometrica* ed elementare, alla intelligenza della quale bastassero, oltre alla cognizione della legge fondamentale della rifrazione semplice, le prime nozioni della geometria. I teoremi del Gauss e del Listing sono geometrici e semplicissimi: ed è certo che una dimostrazione geometrica, meno indiretta dell'analitica, potrà giovare non solo ai non avvezzi ai metodi astratti dell'analisi matematica, ma anche agli studiosi della fisica, ai topografi, agli ingegneri, che dovendo conoscere gli strumenti, cercano *idee concrete*.

Il lavoro differisce sostanzialmente da quelli degli altri, che tentarono la medesima via, quali sono quelli del Maxwell, del Neumann, del Gavarret, del Martin e del Reusch; differisce non solo pel metodo seguito nelle dimostrazioni, ma anche pel piano su cui è fatto. Per raggiungere lo scopo bisognava in primo luogo dare della teoria una esposizione generale, rigorosa e completa, ed in secondo luogo discendere dalla teoria astratta alle applicazioni. Perciò il libro è diviso in due parti: nella prima sono esposte le proprietà generali dei sistemi diottrici quali furono considerati da Gauss, formati cioè da un numero qualunque di mezzi trasparenti combacianti gli uni cogli altri secondo superficie sferiche; nell'altra sono fatte le applicazioni all'occhio, alle lenti, ai sistemi di lenti più spesso adoperati nella costruzione degli strumenti, ed agli strumenti.

Quest'ultima parte non è soltanto una utile illustrazione della teoria, ma è destinata a riempire una lacuna molto grave, comune a pressochè tutti i libri didattici di fisica e di geodesia. La teoria degli strumenti composti, data in questi libri, è per lo più incompleta e spesso corretta, nè le opere del Biot, del Santini, del Littrow, del Möbius sono di tal natura da poter essere consultate dagli ingegneri e da quanti debbono far uso di strumenti a cannocchiali.

Invece il professore Ferraris nel 3° capo della 2ª parte ci ha dato una teoria generale degli strumenti composti, brevissima ed elementare, ma completa e generale, ove sono introdotte quelle semplificazioni che la teoria di Gauss ha reso possibili, e quelle modificazioni che i lavori di Donders e di Helmholtz sulla visione hanno reso necessarie. Le proprietà che si riferiscono all'ingrandimento, all'anello oculare, al campo, sono esposte in modo generale e compendiate in formole semplici, che si applicano a tutti gli strumenti, ai microscopi come ai cannocchiali, mediante opportune ipotesi sui valori delle grandezze che vi figurano.

Parecchie di queste formole e deduzioni sono nuove. — Il campo è stato considerato da un punto di vista diverso, ed è espresso da formole, le quali contengono come casi particolari quelle comunemente date nei libri di diottrica.

L'utilità del libro è pari alla sua novità ed importanza. Ci accade troppo raramente di veder stampati in lingua italiana libri così fatti, che, se rispondono al desiderio di veder progredire anche in Italia le scienze applicate, non rispondono per il limitato numero dei lettori allo scopo utilitario degli editori.

Merita adunque lode coll'egregio autore, anche il sig. Loescher che ne curò la pubblicazione, e noi volgiamo calde raccomandazioni agli ingegneri ed agli insegnanti perchè studino i primi e introducano i secondi nelle loro scuole codesta teoria. Noi siamo certi che quest'operetta non tarderà ad avere l'onore della traduzione in altre lingue.

IV.

Tavole logaritmico-trigonometriche con cinque decimali. del dott. C. BREMIKER. — Edizione italiana eseguita per cura di L. Cremona. — Ulrico Hoepli, Milano, 1877 — Libro in-8° di 157 pagine — Prezzo L. 2.

Le tanto preferite tavole a 5 decimali di *Lalande*, divulgate e tradotte in tutte le lingue viventi, sono incomodissime ad usarsi per la prima parte che si riferisce ai logaritmi dei numeri che si è dovuta adattare al formato di trenta linee. Ciò è sì vero che il piccolo formato delle tavole di *Lalande* è stato abbandonato nelle tavole più recenti, come quelle di *Wittstein*, *Hotiel*, *Gauss* ed altre, alle quali il dott. Bremiker non risparmia i suoi appunti. Ma veniamo senz'altro all'opera in discorso.

I logaritmi a 5 decimali dei numeri dal 100 al 10,000 occupano appena 18 pagine, essendo distribuiti come nelle tavole del *Callet* a sette decimali, ossia avendosi in ogni pagina 50 decine in 50 linee orizzontali, e le dieci unità di ogni decina essendo distribuite in apposite colonne verticali, nelle quali si leggono le ultime quattro cifre del logaritmo. Così in ogni doppia pagina del libro aperto stanno appunto 1000 logaritmi; e il cambio della prima cifra succede dieci volte più di rado che se si fossero separate le prime due, come si è fatto in altre opere.

La seconda parte contiene i logaritmi dei seni, delle tangenti, delle cotangenti e dei coseni. Si è mantenuta la divisione del quadrante in 90°; ma i logaritmi sono dati per ogni centesimo di grado. Ed invero la divisione del quadrante in 100 gradi, introdotta sul finire del secolo scorso mediante la rivoluzione francese, e secondo cui sono calcolate le tavole di *Delambre*, e quelle di *Hoert* e di *Ideler*, se trovansi ancora adoperata dai cultori della celerimensura per motivi loro speciali, non è men vero che in astronomia è stata di bel nuovo abbandonata. Una divisione sistematica del circolo potrebbe essere eseguita soltanto mercè un radicale abbandono delle partizioni in uso, dividendo cioè l'intero circolo, come unità, in decimali, epperò dividendo in parti decimali anche il giorno che è pur esso un circolo; la millesima parte del circolo potrebbesi allora dir *grado*, e la decima parte del giorno, *ora*. Ma occorrerebbe molto coraggio a presentare una simile proposta.

Invece la suddivisione del grado in parti decimali ha notevoli vantaggi. L'incomodità delle tre unità usate finora nella misura degli archi non ha bisogno d'essere dimostrata, segnatamente nei casi abbastanza frequenti in cui è domandata la lunghezza dell'arco nel raggio 1, e si è obbligati a ridurre le tre unità ad una, la qual cosa col sistema della divisione decimale del grado più non ha luogo. Già lo scopritore del sistema logaritmico che da lui prende il nome, Enrico Briggs, aveva dato (*Trigonometria britannica*, Goudae 1633) le funzioni trigonometriche per ogni centesimo di grado del quadrante. Ma questo progresso doveva essere dissimulato e ricacciato indietro nello stesso anno per opera di Adriano Vlac che presentò le tavole trigonometriche precedenti di 10 in 10 secondi, *ut calculus trigonometricus certior et facilius redderetur*, come egli stesso si esprime.

Colla suddivisione del grado in 100 parti e avendosi nel libro 50 linee, come per i logaritmi dei numeri, le due pagine del libro aperto danno il grado completo e l'intervallo è più piccolo che per il minuto, un centesimo di grado equivalendo a 36".

L'uso pratico di queste tavole è grandemente facilitato da altra tavola nella quale è fatta la trasformazione dei minuti secondi in frazioni decimali del grado e reciprocamente.

Meritano pure particolare menzione la tavola dei logaritmi di addizione e sottrazione, e la tavola dei quadrati; — serve la prima a trovare il logaritmo della somma di due numeri, e il logaritmo della differenza, quando sono dati i logaritmi dei due numeri; e queste tavole hanno il merito di non occupare che nove pagine in tutto; — la seconda è compilata con particolare riguardo al metodo dei minimi quadrati, di cui si fa da qualche tempo uso assai esteso e vario, nella fisica, nella geodesia, nell'idraulica e nella meccanica sperimentale dagli Allievi-Ingegneri delle nostre Scuole di Applicazione. Le tavole esistenti non davano in generale che quadrati interi, ed erano perciò poco appropriate alla formazione dei quadrati degli errori. La tavola dà i quadrati a quattro cifre decimali dei numeri da 0,001 fino a 3,500. Con ciò ebbesi speciale riguardo ai bisogni della geodesia, dove gli errori che rimangono sono espressi in secondi con tre cifre decimali, e sorpassano ben di rado 3,5.

Segue infine un'appendice di altre tavole con cui l'autore cercò soddisfare al bisogno di avere un metodo spedito per la determinazione del tempo dovunque, ben inteso, non giunga ancora il telegrafo, ricorrendo all'altezza del sole, e l'opera è terminata con alcune tavole mediante le quali si può facilmente stabilire il calendario di ogni anno. Soltanto dopo esaurite queste tavole, le quali arrivano fino all'anno 2200 di Cristo, e che sarà poi l'anno 326° dell'*Ingegneria Civile*, avremo da ricorrere alla tavola delle epatte di Lilius.

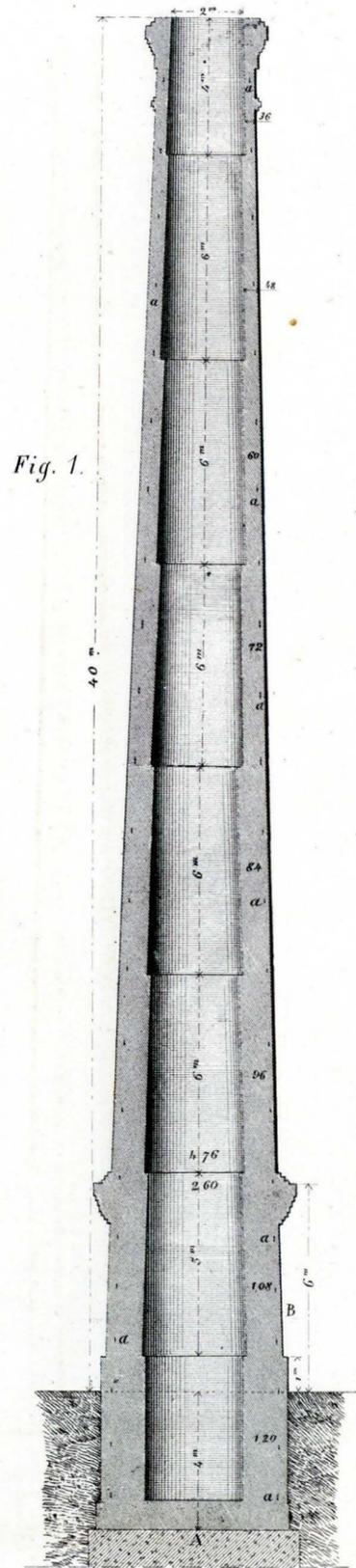


Fig. 8

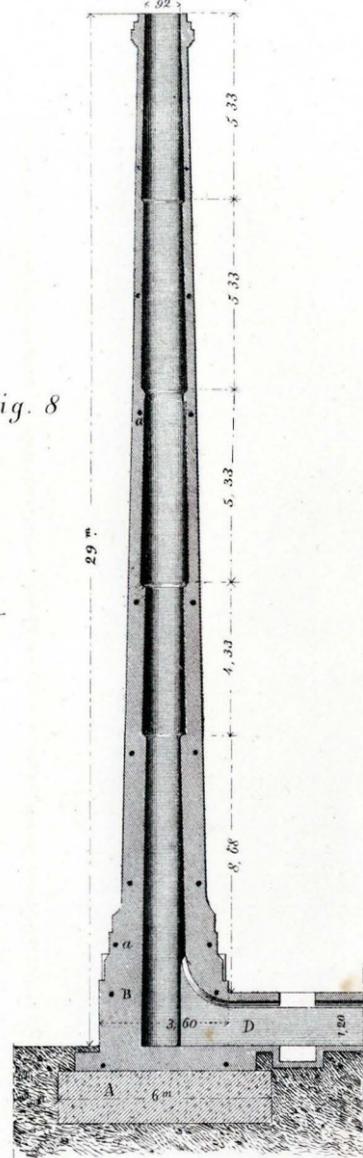


Fig. 7

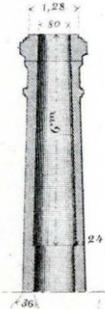


Fig. 5

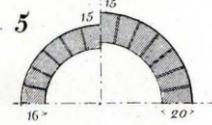


Fig. 6

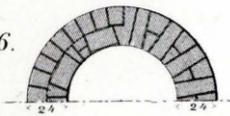


Fig. 2

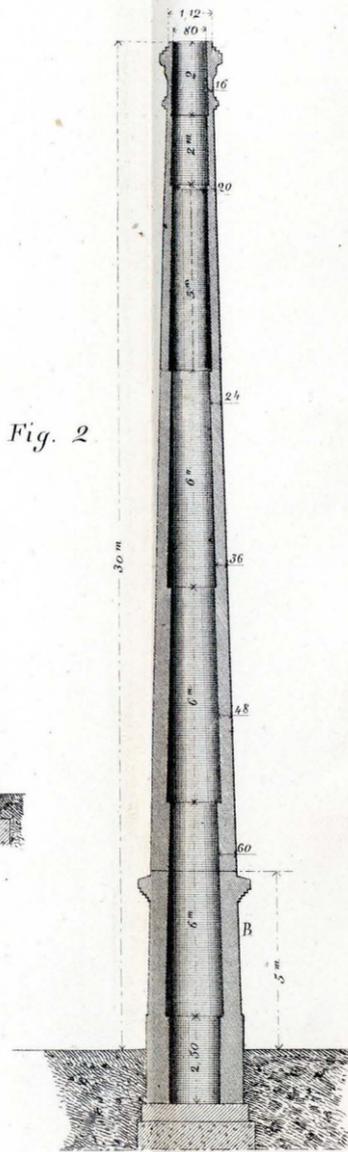


Fig. 10

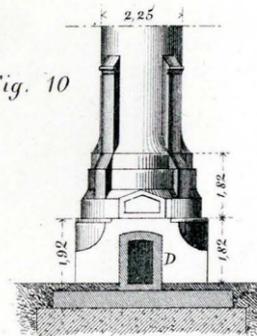


Fig. 12



Fig. 13



Fig. 14

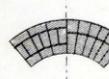


Fig. 15

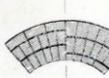


Fig. 16

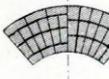


Fig. 3

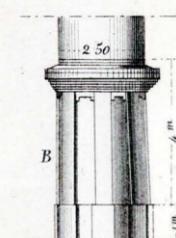


Fig. 4

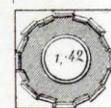


Fig. 11

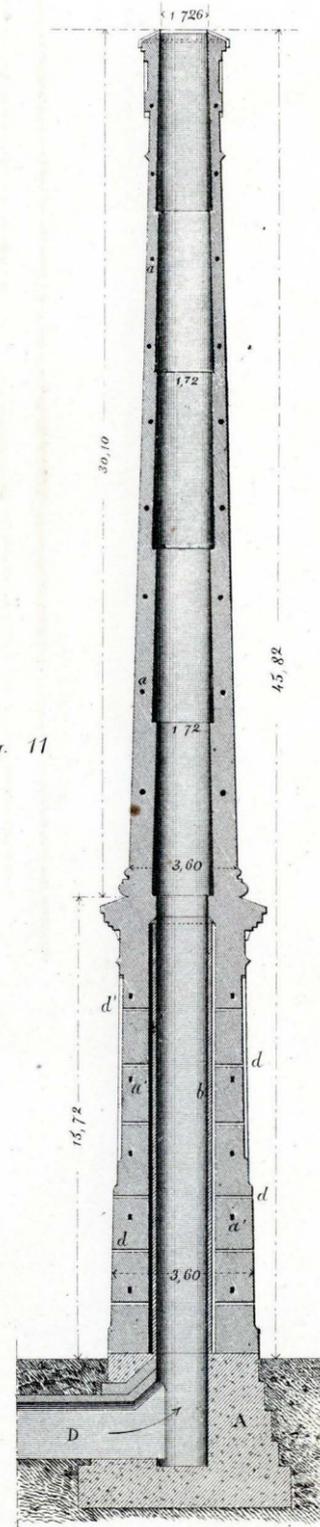
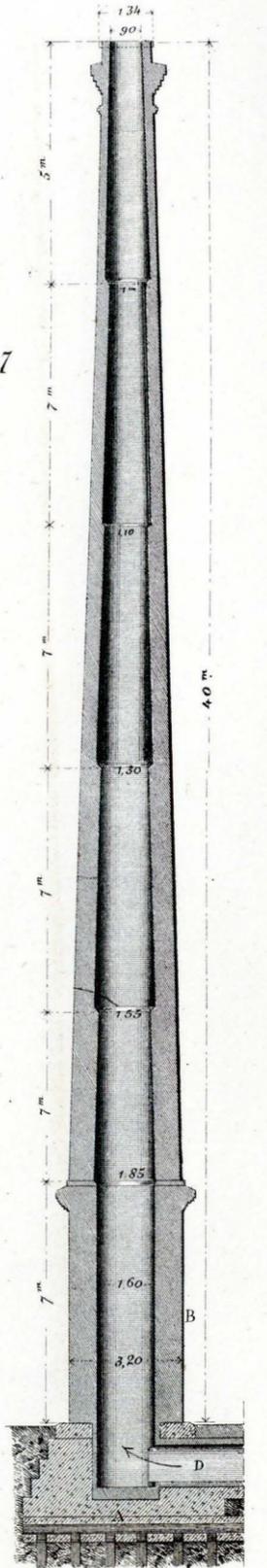


Fig. 17



TIPI DI CAMINI PER CALDAIE A VAPORE