

G 22

MAGLI A VAPORE

Dissertazione e Tesi

PRESENTATE

ALLA COMMISSIONE ESAMINATRICE

DELLA R. SCUOLA D'APPLICAZIONE PER GLI INGEGNERI

IN TORINO

da

EGIDIO LUPARIA

di S. Martino (Rossignano-Monferrato)

per essere dichiarato

INGEGNERE LAUREATO

—1869—

TORINO

Tipografia Fodratti, Via Ospedale, 21.

MILANO

1882

LIBRERIA

DE' FRATELLI

TRUSSARDI

LIBRERIA

DE' FRATELLI

TRUSSARDI

LIBRERIA

DE' FRATELLI

1882

MILANO

LIBRERIA

AI MIEI DILETTI GENITORI

OFFRO RICONSCENTE

L'immenso sviluppo, che in breve tratto di tempo ricevette la industria della fucinazione del ferro, è dovuto senza dubbio all'invenzione dei magli a vapore fatta al principio di questo secolo (1).

William Deverell in Inghilterra nel 1806 fu il primo a dare la descrizione di una di tali macchine, e più tardi anche in Francia se ne occuparono Cavè nel 1833 ed i fratelli Schneider nel 1841: ma i risultati da essi ottenuti non permettevano ancora che il loro uso si potesse estendere sensibilmente.

Nello stesso tempo che gli Schneider in Francia, Nasmith e Gaskell in Inghilterra stavano studiando essi pure il medesimo problema, di trovare cioè un mezzo per cui potesse rendersi universale e veramente economica l'applicazione dei magli a vapore nelle officine. I loro sforzi furon presto coronati da felice successo, e già nel 1843 ottenevano un brevetto d'invenzione, il cui merito principale consisteva nella descrizione di certi mec-

(1) Da alcuni tale invenzione viene attribuita a Watt per il primo.

canismi capaci di fare che il maglio camminasse da sè, e che, importante a notarsi, si potesse nello stesso tempo con facilità regolarne la caduta e la forza.

L'utile grande ed i pregi di questo trovato tosto non furono riconosciuti, che in breve i magli acquistarono l'estensione la più straordinaria, e intorno ad essi le ricerche e gli studi fatti furono tanti e sì diversi da riuscire oramai molto laborioso, non che raccogliere quanto dei medesimi si disse, farne anche solo una divisione per classi capace di abbracciare le generalità dei sistemi presentemente conosciuti.

MAGLI A VAPORE.

I.

Considerati dal punto di vista più generale i magli, a qualunque sistema appartengano, sono meccanismi in cui si ha per iscopo di utilizzare la quantità di forza viva acquistata da un corpo pesante che cade da una certa altezza, sia che la velocità della sua caduta gli venga impressa dal solo suo peso, sia che una forza addizionale concorra ad aumentarne questa velocità, epper ciò la forza viva acquistata. Di qui due categorie ben distinte di magli a vapore: 1° quelli detti *a semplice effetto*, in cui il vapore agisce solo al disotto dello stantuffo affine di innalzare il maglio, che cade poi per suo proprio peso e la cui potenza è proporzionale a questo peso ed all'altezza della sua caduta; 2° quelli detti *a doppio effetto*, in cui il vapore agisce alternativamente al disotto dello stantuffo per elevar il maglio, poi al disopra onde aumentarne la potenza d'azione per la forza viva che gli comunica.

A sua volta poi ciascuna di queste categorie si suddivide in altre due, cioè di magli *automotori*, e magli *regolati a mano*: qui è l'operaio che comanda la distribuzione del vapore per mezzo di una leva mossa colla mano in guisa che a ciascun movimento di essa corrisponda un colpo od un'alzata del maglio: nell'altro caso invece l'operaio regola solo la posizione di un organo specialmente disposto, per cui il vapore, messo in determinate condizioni, agisce producendo un movimento periodico e

regolare del maglio, la corsa del quale comanda la distribuzione.

Di ciascuno di questi sistemi sono organi principali i seguenti: il martello, massa di ferro o di ghisa armata della sua testa in acciaio, e che fa corpo col gambo dello stantuffo: il cilindro motore in cui agisce il vapore necessario per produrre il sollevamento dello stantuffo e quindi del maglio: i montanti, che in vari sistemi si riducono ad un solo, che sopportano il cilindro motore, e molte volte servono a guidare il maglio nella sua corsa: la piattaforma su cui si elevano quei montanti, e che sostiene il tasso od incudine destinata a sopportare il metallo da lavorarsi: gli apparecchi distributori del vapore applicati al cilindro motore; e finalmente il ribattero a molla, a vapore o ad aria, indispensabile per difendere questo cilindro da urti non solo dannosi alla macchina, ma spesso anche pericolosi agli operai che vi stanno lavorando attorno.

Sulle disposizioni diverse date a questi organi secondo i diversi sistemi di magli a vapore fabbricati, terrò parola più sotto: qui piuttosto farò prima alcune brevi considerazioni generali relative a questi magli, e poscia passerò ad un cenno sulla teoria dei medesimi.

II.

In generale il lavoro sviluppato da un maglio di peso P , che cade da un'altezza H , ha per espressione

$$L = PH$$

formola che indica come la potenza del maglio stesso, cioè l'in-

tensità del colpo, sia proporzionale al suo peso morto e all'altezza della sua caduta. Di qui parrebbe derivarne essere la stessa cosa, affine di produrre un lavoro determinato, l'adottare un maglio pesantissimo a piccola caduta, oppure uno più leggero a caduta più grande, sempre però in modo da conservare il prodotto PH costante, ma rigorosamente non è così.

La deformazione prodotta nel metallo a lavorarsi da un colpo di maglio sarebbe proporzionale all'intensità dell'urto dovuto al prodotto PH , se i due corpi urtantisi fossero perfettamente elastici; ma tale non è il nostro caso, ove al momento in cui il maglio urta la massa metallica, si può dir, pastosa, questa cede, ed il moto di esso si continua fino a che la forza viva, di cui era dotato, siasi ridotta a zero. Primo effetto adunque dell'urto si è di mettere in moto delle molecole primitivamente in riposo, e di comunicar loro una velocità tanto maggiore quanto minore è la loro resistenza, la loro coesione; vi è un'azione al principio assai energica, che però va diminuendosi gradatamente con celerità tanto maggiore quanto minore è il fattore P nel prodotto PH . Ed invero, supponiamo che la resistenza del metallo sia tale che il peso P , cadendo da un'altezza H piccolissima, da sè si interni nella massa in un modo quasi costante: si comprenderà allora che l'effetto ottenuto è dovuto più particolarmente a quel peso; se all'incontro un peso P' , piccolo in paragone dell'altro, agisce sulla medesima massa, cadendovi sopra con una velocità dovuta all'altezza H' in guisa che sempre si conservi

$$PH = P'H'$$

il medesimo peso produrrà un effetto brusco al momento del suo contatto colla massa, ma quest'effetto si estinguerà rapidamente: nel primo caso vi sarà stata azione lenta e prolungata, nel se-

condo azione rapida ed istantanea. Vi ha dunque una differenza reale tra il modo d'agire dei magli pesanti a piccola e dei magli leggieri a grande caduta: adottare il primo di questi due sistemi val quanto avvicinarsi ad ottenere risultati analoghi a quelli che darebbe una macchina a compressione (torchi idraulici, *squeezers*, laminatoi): attenersi al secondo è porsi nelle condizioni le più caratteristiche del martellamento. Esaminiamo i due casi. Una macchina a compressione ha per primo il vantaggio di utilizzare in modo più completo il lavoro speso, ed altro della medesima non meno importante, si è questo che cioè non si rinnova troppo spesso lo strato d'ossido che sempre si forma sulla superficie incandescente del ferro, e torna in pura perdita di metallo utile senza che il medesimo acquisti in bontà. Se tali sono i pregi di una macchina a compressione, i suoi difetti hanno, se non lo stesso, certamente un peso maggiore; e a cominciar dal primo dirò che l'efficacia di una tal macchina in modo rapido scema a misura che il raffreddamento diventa sensibile ed il ferro comincia a prender consistenza: in secondo luogo, altro inconveniente di natura più grave si è che le materie straniere, contenute allo stato liquido nella massa metallica, non possono essere con quelle macchine completamente scacciate dal suo interno, in guisa che i ferri, ottenuti con tal sistema, non hanno dappertutto la stessa densità ed omogeneità, e non possono quindi sempre prestarsi a tutti quanti i casi in cui vien richiesta l'opera loro.

Coll'impiego dei magli invece, quest'ultimo pericolo è completamente scongiurato: la massa del metallo sotto i loro colpi si costipa sempre più, e la sua omogeneità si fa di gran lunga superiore a quella del caso precedente, di guisa che quando il lavoro è fatto da un abile ed intelligente operaio, si è quasi sempre certi di ottenere al fine un prodotto che nulla lasci a desiderare dal lato della bontà, comportabile sempre colla qualità del metallo

impiegato. Ciò fa sì che nelle officine si ami meglio lavorare il ferro in quest'ultimo modo, piuttosto che nell'altro, quantunque più dispendioso, tanto per lo spreco maggiore di forza motrice, come per la maggior durata dell'operazione stessa, la quale ha specialmente per difetto d'essere talmente grande da permettere, prima del suo termine, un raffreddamento sensibile e dannoso, essendo così legata alla quantità di ossido che si forma a spese della massa lavorata, si distacca continuamente per i successivi urti, e si può dappoi utilizzare, è vero, in altro modo, ma intanto, come fu più sopra osservato, non reca vantaggio alcuno alla qualità del metallo che si sta lavorando.

Conchiuderemo che a preferenza dei magli a piccola caduta, e a grosso peso, più convengono quelli a caduta grande con piccola massa, escludendo però sempre l'idea di voler alludere ad una riduzione troppo protratta, il cui effetto sarebbe quello di farci cadere in altri inconvenienti di natura forse più gravi.

Premesse queste considerazioni, veniamo ora ad esporre in breve la teoria dei magli a vapore, analoga affatto a quella delle altre macchine di tal genere.

Sia G il peso della testa del maglio;

h l'altezza totale della caduta;

Ω la sezione dello stantuffo;

ω la sezione del gambo del medesimo;

p la pressione del vapore;

q la contropressione esterna.

Aperta la comunicazione della caldaia colla camera inferiore del cilindro motore, il vapore entrerà in questa e solleverà lo stantuffo insieme col maglio, per cui, dopo descritto uno spazio s , il

sistema avrà acquistato una certa velocità v , e si potrà quindi scrivere l'equazione:

$$G \frac{v^2}{2g} = \left\{ (\Omega - \omega)(p - q) - G \right\} s \quad (1)$$

da cui

$$v = \sqrt{2gs \left\{ \frac{(\Omega - \omega)(p - q)}{G} - 1 \right\}}$$

Descritto lo spazio s col vapore a piena pressione, supponiamo che lo stantuffo descriva lo spazio $s_1 - s$ mentre il vapore opera per espansione, essendosi chiusa la luce alla introduzione. Dicendo v_1 la velocità dello stantuffo al fine dello spazio s_1 , si avrà la formola

$$G \frac{v_1^2}{2g} = (\Omega - \omega) \left\{ p s \left\{ 10 - 9 \left(\frac{s}{s_1} \right)^{\frac{4}{9}} \right\} - q s_1 \right\} - G s_1 \quad (2)$$

della quale

$$v_1 = \sqrt{2g \left\{ \frac{\Omega - \omega}{G} \left[p s \left\{ 10 - 9 \left(\frac{s}{s_1} \right)^{\frac{4}{9}} \right\} - q s_1 \right] - s_1 \right\}}$$

Poniamo ora che, descrittosi dallo stantuffo lo spazio s_1 , si apra la luce all'introduzione nella camera superiore del cilindro motore: in virtù della velocità v_1 , acquistata dopo aver percorso lo spazio s_1 , lo stantuffo seguirà a muoversi ancora per lo stesso verso, descrivendo uno spazio s_2 tale che, al termine del medesimo esso passi dalla velocità v_1 al riposo: il che val quanto dire

$$G \frac{v_1^2}{2g} = \left\{ \Omega(p - q) + G \right\} s_2 \quad (3)$$

che dà

$$s_2 = \frac{G}{\Omega(p - q) + G} \frac{v_1^2}{2g}$$

Lo stantuffo, giunto al termine di s_2 , prenderà a discendere ed al fine della totale sua discesa, esso avrà descritto lo spazio

$$s_1 + s_2 = h$$

avendo acquistato così una velocità v_2 tale, per cui

$$G \frac{v_2^2}{2g} = G h + \Omega (p - q) s_2 = G \left(h + \frac{v_1^2}{2g} - s_2 \right) \quad (4)$$

Da questa equazione si ricava

$$\frac{v_2^2}{2g} = h + \frac{v_1^2}{2g} - s_2$$

la quale dà

$$v_2 = \sqrt{2g \left(h + \frac{v_1^2}{2g} - s_2 \right)} = \sqrt{2g s_1 + v_1^2}$$

velocità del maglio al termine della sua discesa.

Nel caso in cui sia dato lo spazio s e la velocità v prima dell'espansione, allora si potrà ricavare $\Omega - \omega$ dalla (1)

$$\Omega - \omega = \frac{G \left(s + \frac{v^2}{2g} \right)}{(p - q) s}$$

area da darsi alla faccia inferiore dello stantuffo.

Se è noto anche il rapporto di espansione

$$\varepsilon = \frac{s_1}{s}$$

ossia la corsa dello stantuffo in fine della espansione, si potrà per mezzo della (2) calcolare la velocità v_1 , e quindi colla (3) ricavare lo spazio s_2 descritto dallo stantuffo, mentre esso a poco a poco si riduce alla quiete.

Avuto s_1 ed s_2 si ricava

$$h = s_1 + s_2$$

E finalmente mediante la (4) si può anche trovar v_2 velocità del martello nell'istante in cui cade sull'incudine o sul frapposto metallo.

La equazione (4) dice che il lavoro disponibile per la velocità v_2 del maglio è

$$G \frac{v_2^2}{2g} = G \left(s_1 + \frac{v_1^2}{2g} \right)$$

Essendo quindi

$$V = (\Omega - \omega) s + \Omega s_2$$

la quantità di vapore impiegata, il lavoro per unità di volume di questo vapore sarà

$$\frac{G}{V} \frac{v_2^2}{2g} = \frac{G \left(s_1 + \frac{v_1^2}{2g} \right)}{(\Omega - \omega) s + \Omega s_2}$$

ossia per la (2)

$$\frac{G}{V} \frac{v_2^2}{2g} = \frac{(\Omega - \omega) \left\{ p s \left\{ 10 - 9 \left(\frac{s_1}{s} \right)^{\frac{4}{9}} \right\} - q s_1 \right\}}{(\Omega - \omega) s + \Omega s_2}$$

il cui valore diventa massimo per $s_2 = 0$, ciò che importa $v_1 = 0$, per la (3).

Veniamo ora ad occuparci dei tempi impiegati dal maglio a percorrere i vari spazi or ora considerati.

In conseguenza della teoria del moto uniformemente ritardato il tempo impiegato dal martello a salire all'altezza s sarà

$$t_1 = \frac{2s}{v}$$

quello impiegato per salire all'altezza s_1 — s sarà

$$t_2 = 2 \frac{s_1 - s}{v + v_1}$$

quello consumato a percorrere lo spazio s_2

$$t_3 = 2 \frac{s_2}{v_1}$$

e finalmente il tempo impiegato dal maglio a cadere dall'altezza s_1 sarà

$$t_4 = \frac{2 s_1}{v_1 + v_2} = \frac{2 (h - s_2)}{v_1 + v_2}$$

Quindi l'intervallo che trascorre da un colpo all'altro sarà certamente

$$t > t_1 + 2 t_2 + t_3 + t_4$$

per esempio

$$t = 1,05 (t_1 + t_2 + 2 t_3 + t_4)$$

Il numero dei colpi per minuto primo sarà

$$n = \frac{60}{t} < \frac{60}{t_1 + t_2 + 2 t_3 + t_4}$$

od

$$n = \frac{60}{t} = 0,95 \frac{60}{t_1 + t_2 + 2 t_3 + t_4} = \frac{57}{t_1 + t_2 + 2 t_3 + t_4}$$

Se non havvi espansione, allora

$$s_1 = s \quad v_1 = v \quad t_2 = 0 \quad t_3 = \frac{s_2}{s} t_1$$

$$n < \frac{60}{t_1 + 2 t_2 + t_4}$$

$$< \frac{60}{\left(1 + 2 \frac{s_1}{s}\right) t_1 + t_4}$$

Se inoltre il maglio è a semplice effetto, allora nella (3) si ha

$$p = q$$

quindi siccome già $v_1 = v$, così la medesima equazione ci darà

$$\frac{v^2}{2g} = s_2$$

per cui

$$h = s_1 + s_2 = s + \frac{v^2}{2g}$$

$$t_3 = \frac{v}{g}$$

Sarà poi

$$t_4 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Cosicchè

$$\begin{aligned} n &< \frac{60}{\frac{2s}{v} + \frac{v}{g} + \sqrt{\frac{2h}{g}}} \\ &< \frac{60}{\frac{2h}{v} + \sqrt{\frac{2h}{g}}} \end{aligned}$$

od anche

$$n = 0,95 \frac{60}{\frac{2h}{v} + \sqrt{\frac{2h}{g}}} = \frac{57}{\frac{2h}{v} + \sqrt{\frac{2h}{g}}}$$

Ponendo per esempio $v = 3^m,16$ si trova

$$n = \frac{57}{0,63 \cdot h + 0,45 \sqrt{h}}$$

e si ottiene che

Per la corsa $h =$	0 ^m ,40	0 ^m ,80	1 ^m ,20	1 ^m ,60	2 ^m ,00
Il corrispondente numero n di colpi è di	103	63	45	36	30

III.

Quelli fra i periodi di distribuzione, che vanno assolutamente tralasciati nei magli a vapore, sono il periodo di compressione e quello di anticipazione all'introduzione nella corsa discendente dello stantuffo, perchè, consistendo l'azione di un maglio specialmente nell'intensità dell'urto che esso produce, questo sarebbe in parte estinto dal vapore compresso e dal controvapore, se quei due periodi esistessero: del resto gli altri fenomeni, che succedono nel cilindro delle macchine a vapore ordinarie si possono far ripetere in quello dei magli a vapore, impiegando mezzi di distribuzione i più comuni, come ad esempio le valvole a cassetto ordinarie, ovvero servendosi di altri diversi solo dal lato della costruzione, quali sono per esempio le valvole a cassetto a sedi cilindriche, la distribuzione senza cassetto per l'azione diretta dello stantuffo, le valvole semplici, i robinetti, dei quali si potrebbe parlare più avanti se fossero ancora in uso al presente.

Valvole a cassetto ordinarie — Il mezzo più semplice di distribuzione, e che maggiormente convenga ai magli di piccola

forza, consiste nell'impiego d'una valvola a cassetto ordinaria, analoga a quelle impiegate nelle macchine a vapore. Per i magli a semplice effetto bastano due sole luci in luogo di tre, e la *fig. 4*, indica come la distribuzione abbia luogo: sia *a* la luce d'introduzione del vapore nel cilindro, *b* quella di scarica comunicante coll'atmosfera; amendue queste luci nella figura sono chiuse dalla valvola a cassetto, ma se si suppone che questa discenda, il vapore dalla luce *a* passerà nella luce *b*, e di qui nell'atmosfera, per cui lo stantuffo cadrà e con esso il maglio. Seguitando la valvola a discendere, verrà un punto in cui la luce *a* comincerà a smascherarsi ed allora il vapore, entrando per la medesima nel cilindro, solleverà lo stantuffo insieme col maglio: con un'operazione inversa si chiuderà a suo tempo la luce *a* all'introduzione, e, facendola comunicare colla luce *b* di scarica, si lascerà sfuggire il vapore nell'atmosfera per cui il maglio cadrà di nuovo, seguitando così, fino a che torni necessario, questa manovra, facile a farsi se è la mano dell'operaio che la eseguisce, più complicata quando la si voglia dal maglio stesso, di cui nel medesimo tempo convenga far variare la corsa, ossia la caduta.

Per i piccoli può bastare la disposizione or ora descritta; ma nei magli potenti, in cui la quantità di vapore deve esser più grande e quindi il cassetto di distribuzione presentare una superficie più ampia alla pression del vapore stesso, l'attrito che si sviluppa sullo specchio della valvola può divenir talmente forte da render disagevole la manovra della medesima, e far quindi sentire la necessità di porvi rimedio. A questo scopo si ricorse all'impiego di valvole a cassetto equilibrato in alcuni casi, ed in altri si fece anche uso del vapore nel modo seguente, facendo cioè servire da stantuffo l'asta della valvola, che in un piccolo cilindro si muovesse per il vapore distribuitovi da altra piccola

valvola, analoga a quella rappresentata nella *fig. 1*. Questa figura offre ancor un esempio di valvola a cassetto equilibrato: per mezzo d'un tirante, snodato nei due punti d'attacco, si unisce la valvola con uno stantuffo, che si muove in un cilindro disposto perpendicolarmente al piano dello specchio: la superficie di quello stantuffo è d'alquanto minore della superficie della valvola, e così la pressione del vapore su questa è un po' più grande che non su quella, per cui resta impedita qualsiasi fuga di vapore senza che l'attrito sullo specchio si renda troppo forte.

Valvole a cassetto a sedi cilindriche. — Le valvole a cassetto a sedi cilindriche sono stantuffi che si muovono in cilindri o tubi muniti di fori, per mezzo dei quali il vapore si distribuisce. Il loro impiego diede risultati soddisfacenti, e sempre più di giorno in giorno va estendendosi sia per la loro facile costruzione, sia perchè non richieggono cure speciali, e sia infine perchè qui non è il caso di pretendere chiusure perfettamente ermetiche allo scopo di impedire le fughe, come nelle altre macchine a vapore. Le migliori disposizioni di questo sistema sono quella di Righby, quella di Twaites e Carbott, e quella di Naylor.

Le *figure 3 e 4* rappresentano i dettagli della distribuzione per un maglio a doppio effetto di Righby. In luogo della solita valvola delle macchine a vapore ordinarie, e più propriamente al posto dello specchio, è fissato un cilindro vuoto aperto alle due estremità nel quale scorre a guisa di stantuffo, e facendo ufficio di valvola distributrice, un anello munito di fori, corrispondenti a fori analoghi aperti nella parete curva interna dello stesso cilindro (fatto a doppia parete): quest'anello è fissato per mezzo dei dischi *d* invariabilmente all'asta *d'*, per il movimento della quale esso prende le posizioni necessarie perchè la distribuzione abbia luogo convenientemente. Entrato il vapore per i

fori *c*, *c* nella valvola distributrice, esso passa in uno dei condotti *a*, *b*, secondochè la luce dell'uno o quella dell'altro è compresa fra le due faccie interne opposte dei due dischi; l'altro, essendo scoperto, resta in comunicazione colla scatola *f*, che copre tutto il sistema, epperiò col tubo *e* di scarica.

Convorrà notare che il vapore premendo nello stesso tempo sulle due faccie opposte del cassetto a stantuffo, questo si trova nelle condizioni di un cassetto equilibrato di cui l'utilità fu già fatta osservare più sopra.

Il sistema Twaites e Carbutt differisce da quello Righby, ora descritto, per l'aggiunta di un elemento, che ha per effetto di regolare a volontà la sezione delle luci d'introduzione del vapore, non essendo per nulla variata la corsa dello stantuffo. L'asta *d'* a sezione quadrata in vicinanza di *d'*, scorre in una guida alla quale mediante un manubrio si può imprimere un movimento di rotazione attorno all'asse dell'asta; ed a seconda dell'angolo fatto fare alla guida, e quindi alla valvola, le due aperture di cui l'anello centrale è fornito, posson presentarsi sia esattamente in faccia a quelle degli orifizi di distribuzione del vapore nel cilindro motore, sia, tutto al contrario in guisa da chiudere completamente questi orifizi, sia infine in una posizione intermedia giudicata conveniente.

Nei magli a vapore del sistema Naylor la distribuzione ha luogo in una maniera affatto analoga a quella del sistema Righby, differendone solo dal lato della costruzione: basterà quindi dire che nelle *fig.* 5 e 6 il tubo *a* serve all'introduzione del vapore, ed il tubo *b* alla scarica, perchè il resto venga da sè.

Distribuzione senza cassetto per l'azion diretta dello stantuffo.

— Joy fu il primo ad immaginare diversi di questi sistemi, e fra gli altri quello rappresentato nelle *fig.* 7 ed 8, dà eccellenti

risultati quando sia necessario un gran numero di colpi al minuto, e la corsa dello stantuffo si debba mantenere costante, potendone far variare solo la velocità. Aperta la chiave *a*, il vapore entra liberamente nella capacità *b*: lo stantuffo, che fa corpo col maglio, e porta dalla parte superiore un altro gambo vuoto, il quale scorre a sfregamento dolce in questa capacità: per conseguenza il vapore, introdottosi liberamente nella parte vuota dello stantuffo, è sempre preparato ad uscire dalle luci *c*, come diffatti accade, quando queste si trovano in presenza di due incavi praticati nella parte inferiore e nella superiore del cilindro, per i quali il vapore può passare sotto o sopra dello stantuffo e farlo salire o discendere insiem col maglio. La luce *d* serve alla scarica ognivolta che lo stantuffo abbia raggiunto il termine di una delle sue corse, e la chiave *a* ha per uffizio di regolare l'introduzione del vapore, e quindi la velocità del maglio, siccome quella che dipende dalla sua pressione.

Valvole semplici — La facilità di comando, che presenta questo sistema di distribuzione, fa sì che esso a preferenza degli altri venga impiegato specialmente quando si tratta di magli potenti che richieggono luci di grande sezione, cui è necessario aprire o smascherare rapidamente. Un esempio di distribuzione a valvole semplici è dato dalle *fig. 9 e 10*.

Il vapore arriva nella scatola di distribuzione dall'apertura *a*, e quando la valvola *b* è sollevata, esso può introdursi per mezzo del condotto *c* nel cilindro motore, per cui, essendo la valvola *d* abbassata sulla sua sede, lo stantuffo si innalzerà: se al contrario si abbassa la valvola *b* e si apre la *d*, l'introduzione è impedita, e per il condotto *c* il vapore che agì, come or ora si disse, sfuggirà nella camera *e*, e di qui nell'atmosfera.

Il movimento d'altalena delle valvole si ottiene per mezzo di

una leva, cui serve di fulcro l'albero f : per mezzo di una spranga h , che in g è unita a questo albero, si può al medesimo imprimere un moto di rotazione attorno al proprio asse, e quindi far oscillare la leva che comanda le valvole.

Non tutti i costruttori vanno d'accordo sul modo con cui questi mezzi di distribuzione vengono fatti agire, essendo per esempio maggior l'importanza che i francesi attribuiscono alle valvole condotte a mano, e maggiore per gli inglesi l'importanza data alle valvole mosse automaticamente dal maglio. Sembra però che la regione stia dal lato di questi ultimi, se si bada al risparmio di tempo, ed all'economia di combustibile, di vapore, di mano d'opera, potendosi per esempio, invece di sessanta o settanta colpi al minuto, aumentare con un maglio automatico quel numero a cento e più, come avvenne di portarlo ad 800 in un maglio di piccola forza. Egli è quando si tratti di lavorar pezzi i quali richieggono dal maglio un lavoro intermittente, che i movimenti automatici cessano di aver quell'importanza si manifesta nel caso contrario, ed è allora che si potrà regolare a mano l'introduzione del vapore da un operaio, che unisca all'abilità la sicurezza del braccio suo.

La disposizione più semplice, nella quale si possa scorgere l'esempio di un movimento automatico, è quella che ha per iscopo di impedir che la corsa dello stantuffo si prolunghi oltre un certo limite, bastando per ciò disporre un organo col quale sia interrotta l'introduzione del vapore al dissotto dello stantuffo, allorchè questo giunge verso la parte più alta della sua corsa regolata convenientemente. Il maglio a vapore di Righby porta seco questa disposizione in tutta la sua semplicità: la leva di comando a (*fig. 2*) della valvola ha un'appendice b contro cui viene ad urtare il martello allorchè arriva al fin della sua corsa: l'estremità a si abbassa, l'asta c e con essa la valvola si

innalza, per cui allora la camera inferiore resta aperta alla scarica (*V. fig. 3*) ed il maglio discende.

Inutile osservare che la disposizione automatica di Righby per la sua estrema semplicità vorrebbe essere applicata a tutti i magli sia a semplice che a doppio effetto, e che così sarebbero scongiurati quegli accidenti tanto funesti che provengono dalla rottura del gambo dello stantuffo e dall'urto del martello contro il cilindro, allorchè l'operaio faccia una mossa che manchi di tutta la precisione voluta: a tali inconvenienti però già si ovvia in parte, o col porre sulle basi del cilindro motore delle scatole a molle elastiche, identiche a quelle destinate ad ammortire gli urti delle vetture sulle strade ferrate, oppure col lasciare che tra lo stantuffo e la base del cilindro si comprima tant'aria fino ad opporre valida resistenza ad ulteriore avanzamento dello stantuffo stesso, ovvero infine col fare il cilindro motore a doppio fondo, di cui l'interno sia mobile, ed al caso lo stantuffo possa comprimere il vapore mandato dalla caldaia appunto fra quei due fondi mobile e fisso.

Dirò ancora della disposizione automatica dei magli a vapore di Nasmith, e delle altre non farò parola, primieramente perchè analoghe a quella; in secondo luogo perchè qui si desidera brevità, non volendo che questa mia sterile esposizione di fatti raggiunga i limiti del soverchio. Per causa di una molla elastica, od anche per un congegno a vapore, la valvola ha tendenza continua ad occupare quella posizione per la quale il vapore operi il sollevamento dello stantuffo, e quindi del maglio: giunto quest'ultimo tosto alla sommità della sua corsa, per mezzo di un'appendice che esso porta da un lato, viene ad urtare in un'altra corrispondente unita all'asta che comanda la valvola, per la qual cosa questa valvola si solleva, succede la scarica, e quindi il maglio discende, mantenendosi essa, sempre in quel frattempo, nella sua

nuova posizione a causa di un nottolino che si internò in una cavità dell'asta direttrice. Ora sulla testa del maglio è fermato l'asse di una leva o sbarra che può oscillare tra due appendici, di cui l'una limita la sua corsa inferiore, l'altra la superiore (rispetto ad una linea orizzontale passante per l'asse di oscillazione); siccome la leva occupa la posizione superiore durante la discesa del maglio, appena avvenuto l'urto, la scossa la fa discendere, e per contraccolpo risalire nuovamente alla posizione primitiva: per tal movimento intanto il suo piccolo braccio agì su di una leva, questa a sua volta liberò l'asta dal nottolino, e così in virtù di quella certa molla elastica la valvola lascia libera di nuovo la luce all'introduzione, ed il maglio si porrà a salire. All'operaio non resterà ora che regolare convenientemente la posizione dell'appendice fermata all'asta, perchè la distribuzione avvenga in quel modo che più gli sia per tornar utile. A tal fine al disopra dell'appendice ora nominata l'asta è rotta in due, e qui le due estremità son filettate in senso contrario e fra loro riunite da una doppia chiocciola, che, fatta girare in un senso o nell'altro, fa innalzare od abbassare la parte cui sta fissa l'appendice, e quindi modificare gl'intervalli della distribuzione e per essi la caduta del maglio.

Tale è il sistema automatico di Nasmith, da cui derivarono tutte le altre combinazioni, e che ancora ai giorni nostri è impiegato in moltissime officine inglesi specialmente, ove i magli a movimenti automatici a ragione sono ritenuti per i più economici, e sono quindi molto adoperati. Suo maggior difetto si è quello di presentare forse una complicazione un po' troppo grande, e di esigere perciò un'abilità non del tutto comune da parte dell'operaio per far variare convenientemente la velocità e l'intensità dei colpi: ma bisogna sempre però concludere che esso raggiunge completamente il suo scopo.

IV.

A parte e più diffusamente si trattò nel precedente paragrafo dei meccanismi di distribuzione ed automatici, perchè più importanti: nel presente parlerò dei rimanenti organi di un maglio a vapore, e per incominciare prenderò subito ad esame il cilindro motore. Dalle dimensioni di questo cilindro dipendono essenzialmente la velocità e la lunghezza della corsa del maglio: come pure dalle medesime dipende la quantità di vapore consumata, la quale può variare fra limiti assai estesi, e può ritenersi proporzionale all'altezza della caduta ed alla superficie dello stantuffo, od in una parola all'intensità del colpo ottenuto, più la quantità perduta per causa degli spazi nocivi. Ridurre quanto più sia possibile questi spazi è questione la cui importanza subito si fa manifesta, ma per cui finora non è dato stabilire regola alcuna. Ed invero, allorchè lo stantuffo discende fino al termine più basso della sua corsa, cioè fino a toccare il fondo del cilindro, gli spazi perduti o nocivi sono estremamente piccoli, riducendosi essi al solo canale che là vi conduce il vapore; ma quando al contrario lo stantuffo, cadendo, s'arresta ad una certa distanza dal fondo, tutto lo spazio compreso fra questo e quello è affatto perduto, e questo spazio naturalmente varierà secondo le dimensioni del metallo a lavorarsi, e per la difficoltà di far sì che lo stantuffo raggiunga il suo limite infimo sino a toccare il fondo del cilindro, senza che il medesimo corra pericolo di rompersi. Si potrà adunque stabilire tutto al più che gli spazi perduti sono proporzionali a quelli lasciati a ciascun colpo tra il fondo del cilindro e lo stantuffo. Su di essi poi grande è l'influenza che può avere il diametro dello stantuffo, giacchè il volume di vapore loro corrispondente diventa proporzionale al quadrato di quel diametro, cui sembra perciò utile doversi sempre ridurre il più che sia possibile, dando al-

l'incontro una lunga corsa ed un peso piccolo al maglio, avuto sempre riguardo alla forza disponibile: ma allora si logora assai presto la scatola delle stoppe se la corsa dello stantuffo è troppo lunga e la sua velocità piuttosto grande, cioè, cercando di evitare un difetto, si cade in altro eguale o peggiore, e quindi è giuocoforza concludere che per ora conviene attenersi ai risultati forniti dalla pratica e servirsi di essi per dare stabilità e solidità al cilindro di un maglio a vapore.

Rispetto allo stantuffo che corre in questo cilindro nulla si ha a dire d'importante, salvo che al sistema svedese, comunemente impiegato, tende ogni giorno più sostituirsi un nuovo sistema di stantuffi, semplici cilindri in ferro, e formanti un solo tutto col loro gambo: questa disposizione elementare ed economica diede eccellenti risultati con magli di piccola potenza, e furono trovate di poca entità le perdite di vapore avvenute specialmente coi magli a doppio effetto, per il che si ha motivo a credere che il loro uso col tempo vada estendendosi, essendo assai facile la loro costruzione, molto meno rilevante la spesa per il loro acquisto, ed anche più facile la loro manutenzione.

Ciò che piuttosto dà luogo a pensare seriamente è che spesso si rompe il gambo dello stantuffo dei magli a semplice effetto più particolarmente, perchè allora si è nella necessità di farlo a piccola sezione affine di non perdere una parte della superficie dello stantuffo per l'azione del vapore. Allorchè esso è costruito di buon ferro, resiste sempre perfettamente per le prime volte; ma dopo a poco a poco la struttura del ferro cambia, la resistenza così si altera, e la rottura soventi si produce sotto l'azione di sforzi o di urti relativamente deboli. Si pensò di ovviare in parte a questo inconveniente da Nasmith, che propose per il primo d'intercalare delle biette di legno tra il gambo dello stantuffo ed il maglio, e poscia da Inaray che tra la parte inferiore di quel gambo

e questo maglio lasciava uno spazio vuoto da rifornirsi d'olio: ma nè l'uno nè l'altro soddisfecero abbastanza, per cui oggidi a qualunque evento usasi fissar saldamente gambo e maglio fra loro.

Consiste il maglio in una massa di ghisa o di ferro, il cui peso è tanto più grande quanto maggiore è l'intensità del colpo che si vuol ottenere. La sua durata dipende essenzialmente dal metallo di cui è fatto e dalla sua forma: così allorchè è di ghisa, converrà che esso abbia ragguardevole spessore e che esso sia uniforme, lasciando da parte la ricercatezza dell'aspetto esterno e badando invece di tener radunata quanto più si può la sua massa: quando invece è di ferro, i pericoli di rottura sono più difficili a verificarsi, e si può dire che fra certi limiti, qualunque sia la forma del maglio, esso può resistere sufficientemente. Sulla sua parte superiore poi usasi porre dei ribatteri di legno, dei quali volli così far menzione solo per ripetere quanto sopra ebbi già occasione di notare, che cioè utile sarebbe al posto loro adattare il semplice sistema automatico del maglio Righby, piuttostochè continuamente trovarsi esposti al pericolo di rompere il cilindro motore, ed essere così spesso minacciati nella vita.

A sostenere il cilindro motore servono due montanti quando il maglio è di forza considerevole, uno solo quando è più debole. In ogni caso essi presentano sezione annulare come quella dimostrata più resistente, e per maggiore solidità convien sempre, se si può, unirli allo zoccolo, il quale ha per ufficio di sostenere l'incudine ed è destinato a presentare per la sua inerzia una resistenza tale da ammortire completamente l'urto prodotto dalla discesa del maglio: così facendo, si evita la difficoltà di dargli un peso abbastanza considerevole qualunque resistere con efficacia scossa, e di più è semplificato il problema della sua fondazione, sempre arduo a risolversi perchè la stabilità del sistema non sia compromessa, e troppo importante a causa degli inconvenienti gravi

che risultano da un suo vizio qualunque di omogeneità o di solidità.

Pochi anni addietro due soli erano i metodi di fondazione conosciuti ed applicati: la fondazione in muratura, e quella in legno e muratura. Nel primo caso, scavato il suolo fino all'incontro di un terreno sodo e resistente, si colava uno strato di calcestruzzo, su cui si stabiliva la muratura rinforzata da armature in ferro e legno: su questa si poneva lo zoccolo, e quindi tutto attorno si continuava ad elevare il muro fino a livello del pavimento. Nel secondo caso, dopo di aver scavato come prima il terreno, si colava uno strato di calcestruzzo e sul medesimo si stabiliva un castello in legname, armato con spranghe di ferro e destinato a ricevere lo zoccolo: si riempiva in seguito lo scavo con calcestruzzo e muratura fino a livello del pavimento. L'inconveniente principale di questi due metodi era la spesa cosiderevole da essi richiesta, specialmente quando il suolo resistente si trovava a grande profondità, per cui allora era necessario ricorrere alla fondazione per pali, e tuttavia sempre si manifestavano in essa cedimenti più o meno sensibili.

Al giorno d'oggi incominciasi ad applicare un sistema assai semplice, molto meno dispendioso e che raggiunge in una maniera assai più efficace lo scopo proposto. Esso consiste nello scavare il suolo alla profondità di qualche metro, secondo la potenza del maglio da posarsi, e, dopo di averne ben battuto il fondo e di averlo reso ben orizzontale, coprirlo con uno strato di sabbia battuta a misura che la si versa. Questo strato che varia ordinariamente da 50 centimetri ad un metro, raramente di più, si irrorà in maniera da dare alla sabbia una certa mobilità, e sopra vi si adagia lo zoccolo. Si ottiene in tal modo una fondazione in cui i cedimenti si mostrano insensibili e che resiste a meraviglia, di guisa che, quando allo zoccolo si fissa il sostegno del maglio, più non ha luogo alcun spostamento re-

lativo dell'uno rispetto all'altro, e l'installazione generale acquista una stabilità che nulla lascia a desiderare. Qui non è più il caso di raggiungere il fondo sodo e, purchè il suolo, su cui riposa la sabbia, non sia troppo mobile, si può sempre procedere con sicurezza: ed egli è bensì vero, che dopo un certo tempo di lavoro del maglio, si produce un movimento delle terre che sostengono la fondazione, ma è pur vero che la mobilità della sabbia ne è il correttivo, e quando una parte del suolo cede più dell'altra, subito la sabbia vi si modella, e lo zoccolo rimane orizzontale. L'esperienza fatta da qualche anno giustifica pienamente la preferenza che merita questo genere di fondazione, e non v'ha più dubbio che esso diverrà il solo adottato quando sarà più generalmente conosciuto.

V

Finita così la descrizione di tutti gli organi che vanno a far parte di un maglio a vapore, sembrerebbe opportuno incominciare quella dei vari sistemi di tali magli, come per cagion d'esempio dei magli ordinari, magli a piattaforma girevole di Petin e Gaudet, magli a due cilindri motori di Harvey, magli a condensazione di Gâche, magli a cilindro-martello di Condie, e tanti altri. Ma la sola enumerazione dei medesimi ci fa già accorti che la cosa minaccerebbe di sorpassare i limiti della brevità, cui questo scritto deve attenersi, tanto più che le modificazioni introdotte nei meccanismi di distribuzione ed automatici (son dessi la causa principale di tante varietà di magli) sono tali ed in numero sì grande da render improba la fatica, e senza dubbio incompleto il lavoro di chi volesse accingersi a minutamente descriverle, e farne al caso notare i difetti e riconoscere i pregi. Mi limiterò quindi a comporre, per dir così, due soli magli e dei più semplici, tanto per cagion d'esempio, ricordando che le pubblicazioni industriali

abbondano a tal uopo per chi volesse averne notizie più estese, e che là egli sarà per trovare quelle saggie considerazioni e quei ponderati giudizi la cui conoscenza gli potrà servir di guida nella scelta che per avventura volesse fare.

Nella (*fig 11*) si ha l'esempio di un maglio a semplice effetto di Creusot. Fra due montanti verticali *i, i*, guidato dai medesimi, scorre il maglio *o*, di cui la parte inferiore è munita dell'utensile *p*, e dalla parte superiore mediante biette in ferro è attaccato in *q* al gambo dello stantuffo, che scorre nel cilindro *l*. I ritti verticali sono coi loro piedi invariabilmente uniti alla piattaforma *j*, e fra loro collegati nella parte superiore col tavolato *k*, sul quale sta posta la scatola *m* di distribuzione e la base del cilindro motore *l*. L'operario salito con una scala sul palchetto *s*, impugnando il manubrio *u* comanda per mezzo della spranga *h* la distribuzione del vapore che giunge per *m* nella scatola già nominata; e quando bramasse arrestare il maglio in alto senza servirsi del vapore, non avrebbe che a premere col piede la leva *t*, onde il nottolino *r* venga a sporgere e ne impedisca così la caduta. Come avvenga la distribuzione del vapore è chiaramente dimostrato dalle *fig. 9 e 10*; ma di esse fu già data spiegazione più sopra.

In luogo di due si suole spesso far uso di un sol montante, come ad esempio nel maglio Righby (*fig. 2*). Nella parte inferiore esso si rigonfia formando così un zoccolo, sul quale si posa l'incudine *i*, e nella parte superiore si ripiega adattandosi a sopportare il cilindro motore *j*. Tralasciando di parlare del meccanismo di distribuzione rappresentato in disparte nelle *figure 3 e 4* ed altrove descritto, terminerò dicendo che la leva *a* fa muovere l'asta *c*, e questa a sua volta comanda la distribuzione del vapore che entra per il tubo *g*, e, dopo di aver operato, sfugge per il tubo *e* di scarica.

L. E.

TESI LIBERE

MECCANICA APPLICATA ED IDRAULICA PRATICA

Determinazione dell'attrito in una ralla sferica.

COSTRUZIONI CIVILI, STRADALI ED IDRAULICHE

Momenti inflettenti di un solido posto su $n + 1$ appoggi e caricato di un peso uniformemente distribuito sulla sua lunghezza.

MACCHINE A VAPORE E FERROVIE

Efflusso dei gaz per luci scolpite in lastra sottile.

GEOMETRIA PRATICA

Determinazione analitica di un punto mediante altri tre noti di posizione.

TESTI LIBERE

LA BIBLIOTECA DI SAN CARLO

LIBRO FOLIO 100

LIBRO FOLIO 100

LIBRO FOLIO 100

