

ESPERIENZE

INSTITUITE SOPRA UNA TURBINA GIRARD

COSTRUTTA DALLA DITTA A. CALZONI DI BOLOGNA

Memoria letta, in seduta 27 Dicembre 1886.

La Ditta A. CALZONI di Bologna fornì recentemente alla Scuola d'applicazione per gli Ingegneri di Torino una turbina del sistema Girard, che venne collocata in opera a fianco di quelle già esistenti nell'edificio idraulico della Scuola medesima.

Sopra questo motore si fecero esperienze allo scopo di dedurre il coefficiente di rendimento meccanico e quello di riduzione della portata delle luci del distributore. Con questo scritto mentre accenneremo brevemente alle particolarità del motore, che trovasi in ogni sua parte rappresentato nella tavola annessa, e che è munito dell'otturatore Laurent-Dechherr, rendiamo noti i risultati delle esperienze suddette, onde assecondare non solo il desiderio espresso dalla Casa costruttrice, che in vista di ciò facilitò di molto alla Scuola l'acquisto del motore, ma anche per la lusinga di poter fare sempre più apprezzare le macchine costrutte dalla Ditta Calzoni, che merita grande deferenza ed appoggio per parte degli industriali del nostro paese.

La turbina Girard in quistione è completa ed a cassone cilindro in ghisa, al quale fa capo il tubo adduttore dell'acqua, di cui la turbina deve trasformare in lavoro la forza viva accumulata nella caduta.

Il cassone cilindrico soprastante al distributore è sostenuto con questo da un crociglione pure di ghisa, la cui base fa corpo col sostegno del palo.

Il distributore di questa turbina, come rilevasi dalla fig. 1^a che rappresenta una sezione fatta nel motore con un piano verticale passante per l'asse del suo albero, dalla fig. 2^a che rappresenta una sezione orizzontale fatta attraverso al cassone, e dalla fig. 3^a che rappresenta la proiezione orizzontale del distributore medesimo, ha le luci di ingresso nei condotti distributori coi centri collocati sopra due mezze circonferenze di circolo concentriche e di raggi differenti; e le direttrici sono così foggiate che questi condotti distributori vengono ad avere le loro luci di efflusso coi centri sopra una medesima circonferenza della base del distributore stesso. Le luci del distributore sono in numero di 44.

L'otturatore, come rilevasi dalle fig. 1^a e 2^a, è costituito di due diaframmi A, A' semicircolari di ghisa, le semi-circonferenze medie delle cui basi hanno raggi rispettivamente eguali a quelli delle semi-circonferenze di circolo su cui si trovano i centri delle luci di ingresso nei con-

dotti distributori. Questi diaframmi sono collegati tra di loro per mezzo di costole B, B, e costituiscono un tutto con un tubo C che ne circonda un altro fisso al distributore e racchiudente l'albero della turbina.

I due diaframmi sono inferiormente limitati da superficie piane per modo che combaciano esattamente colla faccia superiore del distributore, e superiormente da superficie di rivoluzione che valgono a dirigere i fili fluidi alle luci d'ingresso nel distributore in modo da diminuire i bruschi cambiamenti di direzione e di sezione, e quindi le corrispondenti perdite di altezza di caduta.

Allo stesso scopo il tubo C, a cui è unito l'otturatore, dalla parte del diaframma A di raggio maggiore termina pure con una superficie di rivoluzione D che si raccorda coi condotti distributori, ed il diaframma di raggio minore è circondato ancora da una corona E a superficie pure di rivoluzione raccordantesi anch'essa coi condotti distributori.

Il tubo C porta su di esso calettata verso la sua estremità superiore una mezza ruota dentata F, la quale imbocca con una vite perpetua G di un albero orizzontale H che passa attraverso al cassone cilindrico ed è protetto dall'acqua da un lungo manicotto di ghisa fuso col cassone medesimo.

Su questo stesso albero H è calettato ad una sua estremità un rocchetto I a denti elicoidali imboccante con una vite perpetua K di un albero verticale L sostenuto da apposito sopporto inchiodato al cassone della turbina. Quest'albero L dopo essere passato in una colonnetta di ghisa M fissa al palco di manovra, il quale è sostenuto da quattro pilastri in muratura della camera che contiene la turbina, porta alla sua estremità superiore un volantino N col quale lo si può facilmente far rotare attorno al proprio asse, ed imprimere quindi il moto rotatorio attorno all'asse della turbina al tubo C a cui è solidale l'otturatore.

È facile ora intendere che, se il sistema otturatore è così disposto che in corrispondenza delle luci di ingresso nel distributore aventi i centri sulla semi-circonferenza di raggio maggiore si trovi il diaframma A' di raggio minore, e quindi in corrispondenza delle luci aventi i centri sulla semi-circonferenza di raggio minore sia il diaframma A di raggio maggiore, precisamente come è rappresentato nelle fig. 1^a e 2^a,

tutte le luci di ingresso nel distributore saranno aperte, e la turbina potrà lavorare a distribuzione totale; che se invece i due diaframmi A, A' si troveranno direttamente sulle luci d'ingresso nel distributore, questo sarà totalmente chiuso.

Spostando poi convenientemente i diaframmi è facile il vedere che si potrà aprire sempre un numero pari di luci e nella misura voluta, cioè a seconda del volume d'acqua disponibile, ed a seconda della forza che si vuole avere sull'albero del motore.

Il numero delle luci aperte è indicato sopra una scala graduata fissa alla colonnetta M, nella quale passa l'albero L di comando dell'otturatore, da una lancetta il cui movimento è così ottenuto. Sullo stesso albero L di comando dell'otturatore e nell'interno della colonnetta suddetta sta calettato un rocchetto O, il quale imbocca con un altro P fisso ad un alberetto Q parallelo al primo; questo alberetto è filettato a vite con passo conveniente, e su di esso trovasi avvitato un corsoio R che porta la lancetta all'estremità di un suo braccio attraversante una finestra praticata nella piastra sulla quale è scolpita la scala. Facendo rotare l'albero di comando dell'otturatore attorno al proprio asse per aprire o chiudere un conveniente numero di luci del distributore, il movimento si trasmette all'alberetto filettato, il quale obbliga la lancetta a scorrere verticalmente sulla scala indicante il numero delle luci aperte.

Il sistema pertanto di distribuzione e di otturamento adottato è ciò che in questa turbina merita speciale considerazione. Il suo principio è dovuto a Laurent e Deckherr (1); esso ricevette molte applicazioni specialmente in Germania. La Ditta Calzoni fu una delle prime ad introdurlo in Italia, applicandolo ad una turbina dalla medesima presentata all'Esposizione Nazionale tenutasi in Torino nel 1884, e ad essa è dovuta la modificazione della forma dell'otturatore in guisa da dirigere convenientemente, come si osservò, i fili fluidi alle luci del distributore.

La fig. 5 della tavola annessa dà il tracciato delle direttrici e delle palette; da essa scorgesi come le luci di ingresso nel distributore aventi i centri sulla semi-circonferenza di raggio minore, abbiano la lunghezza in senso radiale di 42^{mm}, mentre quelle i cui centri trovansi sulla semi-circonferenza di raggio maggiore hanno la lunghezza nel senso del raggio di soli 36^{mm}, onde ottenere la stessa area per tutte le luci, e quindi eguale pure per tutte il volume d'acqua che per esse passa nell'unità di tempo.

La ruota è di forma campanulata, ed è munita di fori nelle superficie laterali per la libera deviazione o libero deflusso. Il suo raggio medio è di 0^m, 60 e le sue palette sono in numero di 42.

La fig. 6^a dà il particolare dell'unione della ruota all'albero; la turbina è sospesa, ed il dettaglio della sospensione è rappresentato nella figura 7^a.

Accennate così brevemente le parti principali della turbina, diremo ora come si procedette nelle esperienze che si istituirono sopra questo motore, e ne riporteremo i risultati ottenuti.

L'acqua di cui dispone l'edificio idraulico della Scuola viene condotta per mezzo di un canale in muratura avente sezione rettangolare di 0^m,65 di larghezza per 0,70 di altezza fino all'imbocco del tubo che la manda dentro al cassone cilindrico della turbina.

Detto canale ha il ciglio delle sue sponde a 7^m,50 sul fondo della camera in muratura in cui trovasi la turbina.

Da questa camera l'acqua per mezzo di un doccione in lamiera di ferro con valvola di bronzo, che si può manovrare con apposita leva, è portata a volontà di chi sperimenta o nella vasca di misura di cui è fornito l'edificio idraulico, ovvero nel canale di fuga che la conduce nel Po.

È facile quindi con questa disposizione misurare il volume d'acqua che nell'unità di tempo viene ad agire sul motore. Basta infatti far entrare l'acqua che ha agito sulla turbina per un determinato tempo nella vasca di misura, e quindi dividere il volume totale d'acqua raccolto, che si valuta per mezzo di un galleggiante, per il tempo durante il quale esso si raccolse.

L'altezza della caduta si ottiene poi sottraendo da mt. 7,50 la somma della profondità del pelo liquido nel canale d'arrivo sotto il ciglio delle sponde del medesimo, e dell'altezza della base della ruota sul fondo della camera della turbina, altezza che è di mt. 0,61.

Essendosi così potuto misurare il volume e quindi il peso dell'acqua smaltita nell'unità di tempo, e l'altezza della caduta, si potè avere nel loro prodotto il lavoro speso in ogni esperienza.

L'effetto utile si ricavò coll'impiego del freno dinamometrico a circolazione d'acqua, il quale ha il braccio della lunghezza di mt. 2. Lo spazio virtuale si ottenne quindi moltiplicando sempre la costante $4p=12^m,5664$ per il numero dei giri dati dall'albero della turbina nel minuto secondo e fornito da un conta-giri.

E qui giova notare, che durante le esperienze si procurò sempre, regolando convenientemente le viti del freno ed il peso posto sul piattello, di far dare all'albero della turbina il numero di giri corrispondente alla velocità del massimo effetto.

Attesochè la puleggia del freno era calettata sull'albero verticale della turbina, nel calcolo non fu necessario di tener conto del peso del freno stesso, ma potendo esso sbilanciarsi, così ad evitare questo inconveniente, si sostenne il suo braccio per mezzo di un filo di ferro attaccato alla volta dello stabilimento.

Dal rapporto dell'effetto utile al lavoro speso si ebbe per ogni esperienza il valore del coefficiente di rendimento della turbina.

Ecco pertanto il quadro contenente i risultati ottenuti in parecchie delle esperienze istituite sul motore in quistione.

Numero di giri	N° delle luci aperte	LAVORO SPESO			EFFETTO UTILE				Coefficiente di rendimento	
		PESO dell'acqua smaltita in ogni minuto secondo	ALTEZZA della caduta	LAVORO speso	NUMERO dei giri dati dalla ruota in ogni minuto secondo	SPAZIO virtuale	PESO del piattello	EFFETTO utile		FORZA della turbina in cavalli vapori
		- K. -	- M. -	- L. m. -		- M. -	- K. -	- K. m. -		
1	2	11,44	6,850	78,30	2,52	31,667	1,545	48,92	0,65	0,62
2	4	22,01	6,700	151,49	2,61	32,758	3,400	101,67	1,36	0,67
3	6	31,92	6,665	212,75	2,74	34,432	4,450	142,89	1,90	0,67
4	8	44,59	6,725	299,87	3,15	39,584	5,200	205,84	2,74	0,69
5	10	56,49	6,690	377,92	2,90	37,197	7,250	269,68	3,59	0,71
6	10	56,21	6,790	381,67	2,98	37,448	7,250	271,50	3,62	0,71
7	12	68,08	6,785	461,92	2,84	35,689	9,350	333,09	4,45	0,72
8	12	67,71	6,785	459,41	2,98	37,448	8,850	331,41	4,42	0,72
9	14	79,57	6,770	538,69	2,98	37,448	10,500	363,20	5,24	0,73
10	14	78,03	6,800	530,60	2,94	36,945	10,500	387,92	5,47	0,73
11	16	89,04	6,725	598,79	3,17	39,835	11,000	438,19	5,84	0,73
12	16	89,25	6,690	597,08	3,03	38,076	11,500	437,87	5,84	0,73
13	18	101,68	6,835	694,08	3,06	38,453	13,250	509,50	6,70	0,73
14	18	101,33	6,720	680,94	3,00	37,600	13,250	499,51	6,66	0,73
15	20	109,80	6,705	742,80	3,08	38,705	14,000	541,87	7,22	0,73
16	20	109,95	6,730	739,96	3,08	38,705	14,000	541,87	7,22	0,73
17	22	122,31	6,705	820,09	3,08	38,705	15,500	569,93	8,00	0,73
18	22	121,78	6,690	814,71	3,06	38,453	15,500	569,02	7,95	0,73
19	24	133,53	6,705	903,31	3,10	38,956	17,000	602,25	8,81	0,73
20	24	132,16	6,775	885,38	3,08	38,705	17,000	657,99	8,77	0,73
21	26	144,15	6,765	979,50	3,09	38,830	18,500	718,36	9,58	0,73
22	26	145,13	6,755	980,35	3,16	39,719	18,000	714,78	9,53	0,73
23	28	155,96	6,700	1046,24	3,05	38,328	20,000	796,50	10,22	0,74
24	28	154,84	6,695	1036,65	3,07	38,579	20,000	771,58	10,29	0,74
25	30	165,69	6,655	1102,07	3,02	37,951	21,500	815,95	10,88	0,74
26	30	164,94	6,700	1119,94	3,05	38,328	21,500	824,05	10,99	0,74
27	32	174,69	6,755	1175,98	3,01	37,825	23,000	869,98	11,60	0,74
28	32	176,19	6,790	1196,33	3,07	38,579	23,000	887,32	11,83	0,74
29	34	184,07	6,755	1247,45	3,02	38,951	24,290	918,41	12,25	0,74
30	34	185,10	6,755	1250,35	3,06	38,453	24,000	922,87	12,30	0,74
31	36	195,65	6,715	1313,79	3,06	38,453	25,500	972,55	12,97	0,74
32	36	196,32	6,720	1312,55	3,04	38,202	25,500	974,15	12,99	0,74
33	38	205,32	6,690	1367,43	3,04	38,202	27,000	1031,45	13,75	0,75
34	38	204,66	6,680	1367,43	3,02	37,951	27,000	1024,68	13,66	0,75
35	40	215,32	6,620	1425,42	3,04	38,202	28,000	1069,66	14,26	0,75
36	40	214,29	6,690	1414,31	3,02	37,951	28,000	1062,63	14,17	0,75
37	42	225,35	6,650	1498,58	3,04	38,202	29,500	1126,96	15,03	0,75
38	42	227,36	6,690	1521,94	3,08	38,705	29,500	1141,80	15,22	0,75
39	44	235,43	6,630	1590,99	3,02	37,951	31,000	1176,48	15,69	0,75
40	44	235,99	6,640	1598,97	3,07	38,579	30,500	1176,66	15,69	0,75

N.B. La non perfetta concordanza fra i valori della portata per un egual numero di luci aperte del distributore, e quelli dell'altezza della caduta dipende dal fatto che non è sempre possibile di aprire esattamente le luci del distributore nella misura voluta, come pure di chiudere od aprire nell'istante preciso in cui incomincia o termina l'esperienza, la valvola del doccione che dà accesso all'acqua alla vasca di misura, ovvero al canale di fuga.

(1) UHLAND— Handbuch für den practischen Maschinen-constructeur : 1883,—

Come scorgesi da questo quadro contenente i risultati delle esperienze dinamometriche, il coefficiente di rendimento della turbina raggiunse il 75 % rendimento più che soddisfacente, specialmente trattandosi di un motore di piccolo diametro.

Relativamente allo stesso motore si determinarono i valori del coefficiente di riduzione della portata delle luci del distributore. Si calcolarono perciò per ogni esperienza istituita sulla turbina i valori della velocità teorica di efflusso dalle luci del distributore, la quale è data dalla formola

$$v = \sqrt{2gh}$$

dove h rappresenta la profondità della base del distributore sotto il pelo liquido nel canale di arrivo; e quindi colla formola

$$\mu = \frac{Q}{\Omega v}$$

dove Q è il volume di acqua smaltito nell'unità di tempo e misurato direttamente colla vasca di misura, ed W la somma delle aree delle luci aperte del distributore, si ebbero i corrispondenti valori del coefficiente di riduzione μ della portata.

Osserveremo che i valori di h si ottennero sottraendo dai valori dell'altezza della caduta registrati nella quarta colonna del primo quadro la quantità $0^m,10$, altezza della base del distributore su quella della ruota; e che W è dato dal prodotto dell'area di una luce di efflusso del distributore, la quale è eguale a

$$0,015 \times 0,036 = 0,000540$$

pel numero delle luci aperte in ogni esperienza.

I valori di μ così ottenuti sono registrati nel seguente casellario:

N° dell'ordine	N° delle luci aperte	h	v	Q	Ω	Ωv	μ
		- M. -	- M. -	- Lit. -	- Mq. -	- Lit. -	
1	2	0,750	11,51	11,44	0,001080	12,43	0,92
2	4	0,600	11,38	22,61	0,002160	24,58	0,92
3	6	0,505	11,26	31,92	0,003240	30,48	0,88
4	8	0,425	11,40	41,59	0,004320	40,25	0,91
5	10	0,500	11,37	50,40	0,005400	61,40	0,92
6	10	0,600	11,46	50,21	0,005400	61,88	0,91
7	12	0,685	11,45	68,08	0,006480	74,20	0,92
8	12	0,685	11,45	67,71	0,006480	74,20	0,90
9	14	0,670	11,44	79,57	0,007560	80,40	0,92
10	14	0,700	11,47	78,03	0,007560	80,71	0,90
11	16	0,625	11,40	89,04	0,008640	98,50	0,91
12	16	0,590	11,37	89,25	0,008640	98,24	0,91
13	18	0,735	11,49	101,08	0,009720	111,08	0,91
14	18	0,680	11,40	101,33	0,009720	110,81	0,91
15	20	0,665	11,44	109,80	0,010800	123,55	0,89
16	20	0,650	11,41	109,95	0,010800	122,53	0,89
17	22	0,665	11,38	122,31	0,011880	135,19	0,90
18	22	0,590	11,37	121,78	0,011880	135,08	0,90
19	24	0,695	11,44	133,53	0,012960	148,26	0,90
20	24	0,675	11,44	132,16	0,012960	148,26	0,89
21	26	0,695	11,46	144,15	0,014040	160,90	0,90
22	26	0,655	11,43	145,13	0,014040	160,48	0,90
23	28	0,600	11,38	155,26	0,015120	172,07	0,90
24	28	0,595	11,38	154,84	0,015120	172,07	0,90
25	30	0,555	11,33	165,00	0,016200	183,55	0,90
26	30	0,600	11,40	164,94	0,016200	185,65	0,89
27	32	0,655	11,43	174,09	0,017280	197,51	0,88
28	32	0,600	11,40	176,19	0,017280	198,03	0,89
29	34	0,655	11,43	184,67	0,018360	209,85	0,88
30	34	0,625	11,43	185,10	0,018360	209,85	0,88
31	36	0,615	11,39	195,65	0,019440	221,42	0,88
32	36	0,620	11,40	195,32	0,019440	221,62	0,88
33	38	0,560	11,34	205,32	0,020520	232,70	0,88
34	38	0,580	11,39	204,06	0,020520	233,11	0,88
35	40	0,520	11,31	215,32	0,021600	244,30	0,88
36	40	0,500	11,29	214,29	0,021600	243,86	0,88
37	42	0,550	11,33	225,35	0,022680	256,96	0,88
38	42	0,500	11,37	227,36	0,022680	257,87	0,88
39	44	0,530	11,32	235,43	0,023760	268,96	0,88
40	44	0,540	11,33	235,99	0,023760	269,20	0,88
Valore medio							0,90

Risulta da questo casellario che il coefficiente di efflusso dal distributore si può ritenere in media eguale a 0,90.

La lavorazione di ogni parte della turbina è molto accurata, avendo la Ditta Calzoni posto nell'esecuzione di questo motore tutto l'impegno che sempre addimostrò in simil genere di lavori, e che le procurò la fiducia di molti industriali, come lo prova il fatto che in pochi anni questa Ditta fornì più di 57 turbine a stabilimenti industriali italiani per una forza motrice

complessiva superiore ai 2000 cavalli-vapore.

Nel chiudere questa breve relazione sono lieto di porgere, a nome anche della Scuola, vivi ringraziamenti alla Ditta Calzoni per le grandi agevolanze che essa le fece nell'acquisto della turbina, e colgo l'occasione per esprimere la mia gratitudine all' egregio Ing. G. Bolzon che mi coadiuvò nelle esperienze.

Torino, dicembre 1886

S. Cappa.

FOGNATURA AUTOMATICA E PERENNE

PER MEZZO DELL'ARIA COMPRESSA E DELLA SIFONATURA DEI BOTTINI

Memoria letta in seduta 17 Giugno 1886.

CAPO I.

Della fognatura.

Scopo principale di questo studio è di mostrare la convenienza delle condotte forzate applicate alla fognatura delle acque cloacali, sia sotto il rapporto igienico, che sotto il rapporto economico, e dimostrare eziandio la facilità del loro trasporto in lontananza dalle città, ed il modo di usufruire le deiezioni a favore dell'agricoltura.

§ I.

Del funzionamento.

La riluttanza che si ha pella condotta a tubi, nasce naturalmente dagli inconvenienti prodotti dalle materie fecali fresche, che per il loro stato di viscosità imbrattano i tubi e rapidamente li ostruiscono. Fortunatamente però queste materie si liquefanno dopo un breve soggiorno nelle fosse, e questo fenomeno di cui il dottore Mouras ha definito le condizioni fisiche per la sua normale evoluzione, era conosciuto dai pratici ed era notorio che le materie solide che si ricavano dalle fosse dopo un soggiorno di qualche mese rappresentano appena il 7 % della totalità del liquido contenuto nelle fosse medesime (Nota 2 g).

I precursori della canalizzazione forzata non essendosi preoccupati di questo fatto, e proponendosi essi la soppressione delle fosse, incontrarono poi difficoltà insormontabili per effettuare la evacuazione delle materie fecali, e se perven-

nero ad esportarle fresche con gran copia d'acqua, con forti pendenze o coll'aspirazione pneumatica, essi non poterono evitare l'ostruzione delle condotte, dovuta all'introduzione abusiva di corpi estranei, e furono perciò costretti ad assoggettare il servizio delle latrine a restrizioni che urtano le abitudini, e dovettero adottare sistemi complicati, che presentano maggiori inconvenienti delle fosse medesime senza averne i vantaggi.

Inconvenienti dei sistemi Berlier e Liernur.

Così si vede il Liernur e il Waring costretti a restringere l'apertura del tubo di scarico delle latrine a sette centimetri ($0^m,07$) ed il Berlier a porre due serbatoi speciali fra la latrina e la canalizzazione pneumatica. Il primo di questi serbatoi è destinato a fermare i corpi eterogenei ed a spezzare i più voluminosi; a tale scopo è munito inferiormente d'una griglia, e superiormente d' un mestatoio mosso a mano. Tale apparecchio per le sue dimensioni alquanto esigue ($0^m,60$)³ deve essere frequentemente visitato ed aperto ogni qualvolta è ingombro e costituisce perciò una servitù assai molesta.

Il secondo apparecchio, detto *evacuatore*, serve a far passare le deiezioni nella canalizzazione senza che l'aria possa essere aspirata; e ciò si ottiene per mezzo d'una valvola sferica che viene sollevata da un galleggiante quando il serbatoio è pieno, e si chiude prima che il liquido sia completamente evacuato.

Ma il sistema Berlier, come qualunque altro sistema pneumatico per aspirazione, porta con sè un difetto radicale, ed è la solidarietà