SULL'URTO DI UNA VENA FLUIDA CONTRO UNA LASTRA PIANA —
 ESPERIENZE ESEGUITE DAL PROF. PACINOTTI, E DAI DOT-
 TORI ANTONIO GIANNI, ED OLINTO CÖCCHI.

Tre ricerche sull'urto di una vena fluida isolata contro una lastra piana abbiamo avuto in animo di istituire, per non esserci sembrato in tutti i casi assai definito il valore di quell'urto. E per quanto le esperienze che vi riportiamo sieno poche ed eseguite su masse non grandi di acqua, tuttavolta crediamo che il conservarle colla pubblicazione possa scemare la fatica a chi vorrà in seguito proseguirle, e che torneranno utili nella pratica le deduzioni che ne facciamo. Una vena di acqua che esce dall'apertura praticata nel fondo di una conserva urti la lastra piana: avremo diverso valore nell'urto al variare la distanza a cui è collocata la lastra dal foro, al variare l'ampiezza della lastra, e al variare la sua inclinazione sulla vena fluida che riman verticale: di qui le tre ricerche che noi istituivamo. Non pensiamo dover far la storia di coloro che si sono occupati di questo soggetto, i quali a vero dire moltissimi avanti i nostri tempi, e forse tutti, ad eccezione del Bidone, passati in rivista dall'Abate Pietro Zuliani nel suo esteso lavoro che su tale argomento pubblicava il 1794 nel tomo terzo dei Saggi dell'Accademia di Padova, hanno condotto l'esperienza alquanto diversamente dalle seguenti, e son ben lungi dall'averne compiuto lo studio, che rimarrà tuttora per del tempo interessante.

La formula che si dà nei corsi d'idraulica per l'urto diretto è la seguente

$$P = k p m s \frac{v^2}{2g}$$

ove P rappresenta il peso in kil. che contrabbilancia l'urto o pressione idraulica, m il coefficiente di contrazione, v la velocità dell'acqua urtante, p il peso specifico del liquido che noi assumeremo per 1000^k in ogni metro cubo, s la sezione del foro, infine k è il coefficiente d'urto che ci pro-

poniamo di studiare. A tale effetto disponesi l'apparato per sperimentare nel modo seguente: in un telaio rettangolare lungo un metro e mezzo, largo due terzi di metro circa, imperniato alla metà dei lati lunghi, e contrabbilanciato, sorgeva verticalmente al mezzo di uno dei lati traversi una lunga vite che portava sulla sua testa la lastra contro la quale doveva farsi l'urto, e permetteva di alzarla ed abbassarla, come anche di tenerla orizzontale e di portarla con precisione sotto all'apertura da dove sgorgava la vena fluida in direzione verticale: al di sopra di questo telaio esisteva una larga conserva di acqua in muramento, e per la guarnizione metallica fatta nell'apertura ad essa sottoposta poteva mutarsi a piacimento l'ampiezza della luce del foro sempre praticata in lastra sottile. L'acqua escendo dal foro non ribassava il livello sensibilmente nel tempo dell'esperienza per la molta estensione della conserva, e produceva nell'urtare concentricamente sulla lastra circolare sottoposta una continuata pressione, la quale veniva contrabbilanciata con noti pesi collocati al lato opposto del telaio, ed era questo mantenuto in equilibrio in posizione orizzontale.

I fori dai quali esciva la vena erano circolari, e i cinque seguenti, che in appresso li contrassegneremo col numero d'ordine che qui poniamo di contro ai rispettivi diametri:

Foro 1° con diametro	0, ^m 0092
» 2°	» 0, ^m 015
» 3°	» 0, ^m 019
» 4°	» 0, ^m 022
» 5°	» 0, ^m 025

Nella prima serie delle sperienze abbiamo tenuta la lastra orizzontale, e perciò l'urto è stato diretto, e si sono mutate successivamente quattro lastre ponendole a differenti distanze dalla luce del foro, e producendo l'urto con differente carico d'acqua al disopra del foro, o come suol dirsi con differenti battenti.

Essendo il battente 0^m,50 e la distanza della lastra dal

foro 0^m,51 abbiamo ottenuti i seguenti valori di urto, o pesi che lo equilibravano.

TAVOLA I.

NUMERO d'ordine dei fori	DIAMETRO della lastra 0, ^m 10	DIAMETRO della lastra 0, ^m 04	DIAMETRO della lastra 0 ^m ,034	DIAMETRO della lastra 0, ^m 22
	Peso in kil.	Peso in kil.	Peso in kil.	Peso in kil.
1°	0,0645	0,0645	0,0604	0,0524
2°	0,1552	0,1552	0,1452	0,1250
3°	0,2580	0,2580	0,2419	0,2016
4°	0,3709	0,3548	0,3306	0,2419
5°	0,4919	0,4435	0,4113	0,2661

Essendo il battente 0^m,75 e la distanza della lastra dal foro 0^m,51, i valori dell'urto sono venuti

TAVOLA II.

NUMERO d'ordine dei fori	DIAMETRO della lastra 0, ^m 10	DIAMETRO della lastra 0, ^m 04	DIAMETRO della lastra 0, ^m 034	DIAMETRO della lastra 0, ^m 22
	Peso in kil.	Peso in kil.	Peso in kil.	Peso in kil.
1°	0,0726	0,0726	0,0645	0,0564
2°	0,2097	0,2056	0,1935	0,1855
3°	0,3548	0,3468	0,3226	0,2661
4°	0,5000	0,4677	0,4195	0,2903
5°	0,6210	0,5564	0,4858	0,3587

Essendo il battente 1^m,00 e la distanza della lastra dal foro 0^m,51, i valori dell'urto sono venuti

TAVOLA III.

NUMERO d' ordine dei fori	DIAMETRO della lastra 0 ^m ,10	DIAMETRO della lastra 0 ^m ,04	DIAMETRO della lastra 0 ^m ,054	DIAMETRO della lastra 0 ^m ,022
	Peso in kil.	Peso in kil.	Peso in kil.	Peso in kil.
1°	0,0968	0,0968	0,0887	0,0806
2°	0,2661	0,2621	0,2540	0,2558
3°	0,4516	0,4274	0,4115	0,3145
4°	0,6210	0,5968	0,5080	0,3709
5°	0,8225	0,7096	0,5968	0,5870

Ci formeremo idea di questi risultati applicandoli alla formula sopra riportata, e ponendo P eguale ai rispettivi pesi, prendendo per v la celerità acquistata nell' altezza che passa tra il livello dell'acqua, e la posizione della lastra, per m il coefficiente di contrazione conveniente al rispettivo battente, e per s l' ampiezza del foro adoprato. In tal modo verrà a determinarsi il coefficiente k ; e fatta questa determinazione dietro i numeri registrati nella prima colonna delle tre tavole precedenti, si ottiene

TAVOLA IV.

NUMERO d' ordine dei fori	PRIMA TAVOLA valore del coefficiente k	SECONDA TAVOLA valore del coefficiente k	TERZA TAVOLA valore del coefficiente k
1°	1,36	1,36	1,51
2°	1,25	1,48	1,61
3°	1,29	1,57	1,70
4°	1,58	1,65	1,74
5°	1,56	1,55	1,75

Dal confronto di questi risultati si deduce che il coefficiente va aumentando a misura che cresce il battente, re-

stando fissa la distanza della lastra dal foro. Come anche un piccolo aumento si ha al crescere la sezione della vena.

Ben si scorge che i numeri, i quali nelle tavole I, II, III, vengono dopo le prime colonne, mostrano un urto scemato dalla piccolezza della lastra. Che anzi sono in questa stessa situazione anche gli ultimi numeri delle prime colonne; e cominciando a valutare in ciascuna tavola il punto ove l'urto ha raggiunto il suo massimo, troviamo che quando la distanza della lastra dal foro è 0^m,51 per i battenti 1^m,00. 0^m,75. 0^m,50 il rapporto tra la sezione del foro e l'ampiezza della lastra è rispettivamente 20. 7,3. 4,5.

Nella seconda serie delle nostre esperienze, eseguita con getti del foro 3°, abbiamo procurato di scemare la distanza della lastra dal foro in confronto all'altezza del battente; e calcolato il coefficiente *k* nel modo che fu detto di sopra, usando il coefficiente *m* di contrazione conveniente al rispettivo battente, si è ritrovato

TAVOLA V.

BATTENTI	COEFFICIENTI di contrazione	DISTANZA dal foro	COEFFICIENTE dell'urto
0 ^m ,50	0,699	0 ^m ,155	2,04
1,01	0,632	0,210	2,12
1,16	0,620	0,100	2,22
1,60	0,610	0,155	2,15

Onde scorgesi, in conferma di quello che avevano trovato il Zuliani e il Bidone, che il massimo di urto si ha ad una determinata distanza dal foro, e che questa distanza deve stare in un certo rapporto col battente. Come regola di pratica si può stabilire che la distanza della lastra dal foro deve esser minore di un decimo del battente, ma anche quando giungesse a due decimi di poco scema il coefficiente dell'urto; se poi si avvicina alla metà, o la passa, l'urto si fa molto debole.

La terza serie di esperienze è relativa all'urto obliquo, per ottenere il quale si è fissata la lastra sopra la rammentata vite con un pezzo intermedio che muovendosi a cerniera poteva collocarla alla richiesta inclinazione. Computiamo le inclinazioni in riguardo alla vena fluida verticale, e perciò i 90° indicano la posizione orizzontale della lastra, e variano queste inclinazioni di 10 in 10 gradi. Nelle seguenti tavole si trovano registrati i valori dell'urto valutati nella direzione della vena fluida, cioè con i pesi che occorreivano per mantenere in equilibrio il nostro apparecchio. Si è usata la lastra massima, cioè del diametro 0^m,10.

Essendo il battente 1^m,01 e la distanza del centro della lastra dall'orifizio 0^m,21 abbiamo avuto

TAVOLA VI.

NUMERO d'ordine dei fori	GRADI D'INCLINAZIONE DELLA LASTRA							
	80°	70°	60°	50°	40°	30°	20°	10°
1°	0,11048	0,11008	0,10968	0,10887	0,10766	0,10564	0,10405	0,10242
3°	0,4596	0,4555	0,3871	0,3064	0,2580	0,1532	0,0968	0,0564
5°	0,9112	0,8467	0,7741	0,5927	0,5242	0,5064	0,1814	0,0806

Essendo il battente 1^m,16 e la distanza del centro della lastra dal foro 0^m,10 abbiamo avuto

TAVOLA VII.

NUMERO d'ordine dei fori	GRADI D'INCLINAZIONE DELLA LASTRA							
	80°	70°	60°	50°	40°	30°	20°	10°
1°	0,11290	0,11209	0,11129	0,10887	0,10726	0,10604	0,10444	0,10242
3°	0,4758	0,4678	0,4195	0,3024	0,2258	0,1774	0,1048	0,0564
5°	0,9274	0,8870	0,7822	0,5645	0,4355	0,3506	0,1855	0,0887

Con il solo foro 3.° si sono fatte anche le seguenti espe-

rienze sotto i battenti qui notati, e sotto la distanza del centro della lastra dal foro 0^m,155, ed abbiamo ottenuto

TAVOLA VIII.

BATTENTE	GRADI D'INCLINAZIONE DELLA LASTRA							
	80°	70°	60°	50°	40°	30°	20°	10°
0,™50	0,12539	0,12258	0,11955	0,11615	0,11129	0,10726	0,10403	0,10161
1,60	0,6371	0,5967	0,5080	0,4115	0,3226	0,2258	0,1290	0,0645

Dalla precedente formula dell'urto diretto suol dedursi che l'urto obliquo, ove ψ indichi l'angolo che l'asse della vena fa col piano urtato, si rappresenta coll'altra formula

$$P = k p m s \frac{v^2}{2g} \sin^2 \psi$$

valutandolo sulla direzione della vena urtante. Ma sostituiti in questa i numeri relativi alle riferite esperienze, si trova per k un valore che aumenta di poco in confronto di quello che si otteneva nell'urto diretto per $\psi=80^\circ, =70^\circ$; non però per le inclinazioni maggiori, per le quali va tanto crescendo da far conoscere l'inesattezza della formula. E partendoci dai risultati che il signor Morosi otteneva con lastre munite di un ribordo laterale, pensiamo poter render ragione di quest'aumento di urto nelle lastre inclinate nel modo seguente.

Sia AB la direzione o profilo del piano della lastra su cui urta la vena fluida MABN; potremo supporre divisa questa in due parti da un piano CD che passi per l'asse della vena, e per la linea condotta sulla lastra perpendicolarmente alla sua inclinazione AB. I filetti acquei appartenenti alla prima parte MACD scenderanno dopo l'urto lungo il piano inclinato AC senza essere obbligati a ripiegarsi, e per questi sta-

rà la formula qui sopra riportata dell'urto obliquo. I filetti appartenenti alla seconda parte NBCD, come quelli che trovano un ostacolo a scendere lungo il piano, sono costretti a salire alcun poco lungo il medesimo, e per ciò a muoversi in una direzione inclinata all'orizzonte, nel modo stesso che dovrebbero fare se esistesse un ribordo attorno alla lastra. Le sperienze del Morosi sono state spiegate dai matematici con questa inclinazione che prendono in alto i filetti mentre sfuggono dalla lastra, e si è ottenuta in tal caso la formula

$$kpm \frac{v^2}{2g} (1 + \sin \Phi)$$

ove Φ indica l'angolo per cui risale oltre l'orizzontale il filetto che sfugge dopo l'urto, ed è perciò complemento del nostro ψ trattandosi di quei filetti che son mossi per l'inclinazione CB. Facile è scorgere che combinate queste due formule insieme, la formula risultante prende un valore più grande di quella sopra riferita all'urto obliquo, e tanto più quanto maggiormente cresce l'angolo ψ ; lo che corrisponderebbe coll'esperienza. Il modo di combinare insieme queste due formule non è così facile a determinarsi, 1.^o perchè non tutti i filetti della porzione MACD sfuggono con l'inclinazione ψ , nè tutti quelli della porzione NBCD tendono a risalire con l'inclinazione Φ ; 2.^o perchè quei filetti che tendono a risalire non sono, precisamente come sulla lastra munita di ribordo, contrariati a muoversi verso il centro della lastra. Da queste riflessioni pur comprendesi come non sia giusta la formula che sopra abbiamo riportato, e che riferiscesi ordinariamente all'urto obliquo, non tanto dipendentemente dalla porzione dei filetti che tendono a salire per la lastra, ma anche per riguardo alle diverse direzioni che tengono quelli che discendono. Non convenendo però a questo lavoro, puramente sperimentale, un tentativo per stabilire una teoria basata sovra gli indicati principj, prenderemo ad applicare i nostri risultati d'esperienza alla formula

$$P = kpm \frac{v^2}{2g} \frac{2 \sin^2 \psi}{1 + \sin^2 \psi}$$

la quale, sebbene empirica, è già accreditata per la corrispondenza che ha mostrato al sig. Duchemen coi risultati d'esperienza ottenuti dall'Hutton nell'urto obliquo di una corrente di aria. Ecco i valori del coefficiente k , che risultano dalla tavola VI.

TAVOLA IX.

NUMERO d'ordine dei fori	GRADI D'INCLINAZIONE DELLA LASTRA							
	80°	70'	60°	50°	40°	30°	20°	10°
1°	$k=2,07$	$k=2,09$	$k=2,06$	$k=2,26$	$k=2,55$	$k=2,75$	$k=3,76$	$k=8,06$
3°	„ 2,14	„ 2,12	„ 1,98	„ 1,87	„ 2,10	„ 1,76	„ 2,12	„ 4,43
5°	„ 2,65	„ 2,38	„ 2,24	„ 2,08	„ 2,57	„ 2,02	„ 2,29	„ 5,68

Questi senza dubbio sono molto soddisfacenti, prendendo k un valore quasi costante, e poco maggiore del 2, se si eccettua il caso dell'inclinazione di 10 gradi, ed anche in questo caso torna k ad avvicinarsi al suo valore a misura che cresce la sezione della vena liquida. Concludiamo adunque che non solo in pneumatologia, ma anche in idraulica può per l'urto obliquo adoprarsi la formula del Duchemen, e la teoria deve condurre a stabilirne una di valore non molto differente da quella.

SULLE VARIAZIONI DELL'AGO MAGNETICO — MEMORIA DEL P. A. SECCHI — *Continuazione* (1).

PARTE TERZA

In questa terza parte dobbiamo discutere brevemente le ipotesi proposte per dar ragione del periodo magnetico diurno, e prenderemo questa occasione ancora per parlare delle variazioni straordinarie.

Bisogna rendere giustizia allo spirito illuminato de' Fisici

(1) Vedi Nuovo Cimento, t. I. p. 60.