otrzymamy dla N' wzór

$$N' = N_o' + N_x'.$$

Wstawiając znaczenia M i N' w równania (3), znajdziemy, że:

$$\left.\begin{aligned}
W' &= \int \frac{N_o'}{E\omega} \cdot \frac{\partial N'}{\partial H} ds + \int \frac{M_o}{EZ} \cdot \frac{\partial M}{\partial H} ds + \int \frac{N_x'}{E\omega} \cdot \frac{\partial N'}{\partial H} ds + \int \frac{M_x}{EZ} \cdot \frac{\partial M}{\partial H} ds + \varepsilon t \int \frac{\partial N}{\partial H} ds \\
W'' &= \int \frac{N_o'}{E\omega} \cdot \frac{\partial N'}{\partial Q_b} ds + \int \frac{M_o}{EZ} \cdot \frac{\partial M}{\partial Q_b} ds + \int \frac{N_x'}{E\omega} \cdot \frac{\partial N'}{\partial Q_b} ds + \int \frac{M_x}{EZ} \cdot \frac{\partial M}{\partial H} ds + \varepsilon t \int \frac{\partial N}{\partial Q_b} ds \\
W''' &= \int \frac{N_o'}{E\omega} \cdot \frac{\partial N'}{\partial T} ds + \int \frac{M_o}{EZ} \cdot \frac{\partial M}{\partial T} ds + \int \frac{N_x'}{E\omega} \cdot \frac{\partial N'}{\partial T} ds + \int \frac{M_x}{EZ} \cdot \frac{\partial M}{\partial T} ds + \varepsilon t \int \frac{\partial N}{\partial T} ds
\end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad (15).$$

(C. d. n.).

Wiatraki i zastosowanie ich do popędu elektrycznego.

Napisał **Stanisław Wysocki**, inżynier.

(Ciąg dalszy do 551 str. w № 46 r. b.).

Opierając się na tablicy IX, możemy z całą pewnością twierdzić, iż **wiatraki wielośmigowe** muszą obracać się wolniej od czterośmigowych i że najodpowiedniejsze kąty pochylenia śmig będą tu większe. Oto wyniki doświadczeń przeprowadzonych z płytkami płaskiemi i zgiętemi przy 45° pochylenia.

Tablica XII.

Prędkość poruszania płytek u		0,8	0,6	0,4	0,2	0,1
Kąt pochylenia γ		45°	45°	45°	45°	45°
Praca płytek płaskich a	teoretycznie (według tablicy)	8	14	16	10	5
	przy płytkach wypełniających swą powierzchnią część koła $^1/_2$	0	9	**14**	9	5
	przy płytkach wypełniających swą powierzchnią część koła $^1/_1$	0	6	**10**	7	4
Praca płytek zgiętych a	teoretycznie (według tablicy)	18	23	20	11	6
	przy płytkach wypełniających swą powierzchnią część koła $^1/_2$	0	7	**14**	10	5
	przy płytkach wypełniających swą powierzchnią część koła $^1/_1$	0	6	**11**	8	5

Z tablicy tej przedewszystkiem wyprowadzamy wniosek, że płytki zgięte bynajmniej nie dają większej pracy i że śmigi płaskie w danym razie są najodpowiedniejsze. Powtóre, widzimy, że najwyższą pracę osiąga się przy prędkości $n = 0{,}4$. Na 1 m^2 przypada w każdym razie tak mała praca (14 wzgl. 10 gm/sek.), że pomimo wielkiego wyzyskania powierzchni **moc wiatraków wielośmigowych** mniejszą jest, niż czterośmigowych. Dla sprawdzenia tego zbudowano dwa wiatraki z kołami o jednakowej średnicy (0,8 m): jeden czterośmigowy „wzorowy", drugi wielośmigowy z łopatkami całkowicie wypełniającemi powierzchnię koła i z kątem pochylenia 45°. Powierzchnia śmig w pierwszym wypadku wypadła 0,12 m^2, w drugim—0,46 m^2. Pracę obydwóch wiatraków mierzono przy stałej prędkości wiatru (7,42 m/sek.) i rozmaitem obciążeniu.

Wiatrak czterośmigowy.

Prędkość obwodowa n_{max}	= 3,87	3,64	3,44	3,10	2,80	2,51	2,40	2,09	1,78
Praca na 1 m^2 a	= 5,5	22,9	37,5	48,5	56,8	**63,0**	62,4	62,2	57,2

Wiatrak wielośmigowy.

Prędkość obwodowa n_{max}	= 1,08	0,98	0,86	0,75	0,60	0,54	0,44	0,33	0.16
Praca na 1 m^2 a	= 0,4	2,7	5,6	7,6	9,1	**9,4**	**9,4**	8,3	4,7

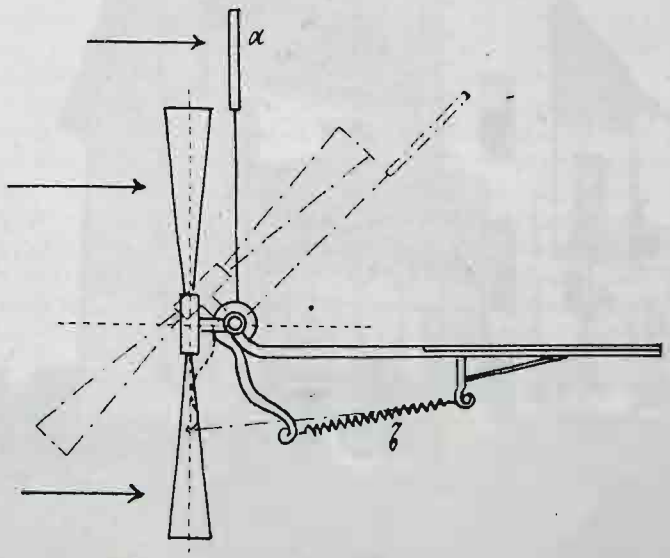
Wiatrak czterośmigowy osiągnął najwyższą moc przy prędkości obwodowej $n_{max} = 2{,}51$, wielośmigowy zaś przy $n_{max} = 0{,}44$—$0{,}54$. Całkowita moc pierwszego wiatraka przy prędkości wiatru 1 m/sek. wypada 7,56 gm/sek., drugiego—4,32. Wypływa stąd, iż wiatrak wielośmigowy opisanego wyżej ustroju musi mieć średnicę koła o 31% większą, by mocą swą zrównać się z wiatrakiem „wzorowym".

Nie można jednak uogólnić tego wyniku. Nie wszystkie wiatraki amerykańskie słabsze są od czterośmigowych i te ostatnie przy jednakowej średnicy bynajmniej nie osiągają maximum mocy. Już poprzednio widzieliśmy, iż wiatraki ośmioskrzydłowe wydają więcej pracy, niż „wzorowe". Przy racyonalnym wyborze kąta pochylenia (np. 30°) i mniejszem wypełnieniu powierzchni koła (np. $^2/_3$) mogą wiatraki wielośmigowe nie tylko dorównać w mocy czterośmigowym, ale nawet je prześcignąć. Poniżej (tabl. XIII) zestawiliśmy wydajność kilku wiatraków przy jednakowej średnicy koła—10 m i przy jednakowej prędkości wiatru—5 m/sek.

Tablica XIII.

Opis wiatraka	Moc w k. p.
Czterośmigowy zwykły (moc obliczona według wzoru podanego w „Hüte", wyd. 18-te, t. I, str. 264 i w „Techniku", t. I, str. 310) . . .	0,95
Czterośmigowy „wzorowy" wedł. La Cour'a. . .	1,9
Kilkośmigowy, stożkowy wyrobu „Theodor Reuter & Schumann" w Kilonii (Kiel)	2,4
Wielośmigowy systemu „Ultra" z fabryki „G. R. Herzog" w Dreznie	3,0
Wielośmigowy systemu „Reinsch" z fabryki „Carl Reinsch" w Dreznie	4,0
Wielośmigowy z fabryki „Ant. Kunz" w Mährisch-Weisskirchen	4,0
Turbina powietrzna z fabryki „Rudolf Brauns" w Dreznie	4,0

Regulacya syst. „Eklipse".



Rys. 10.

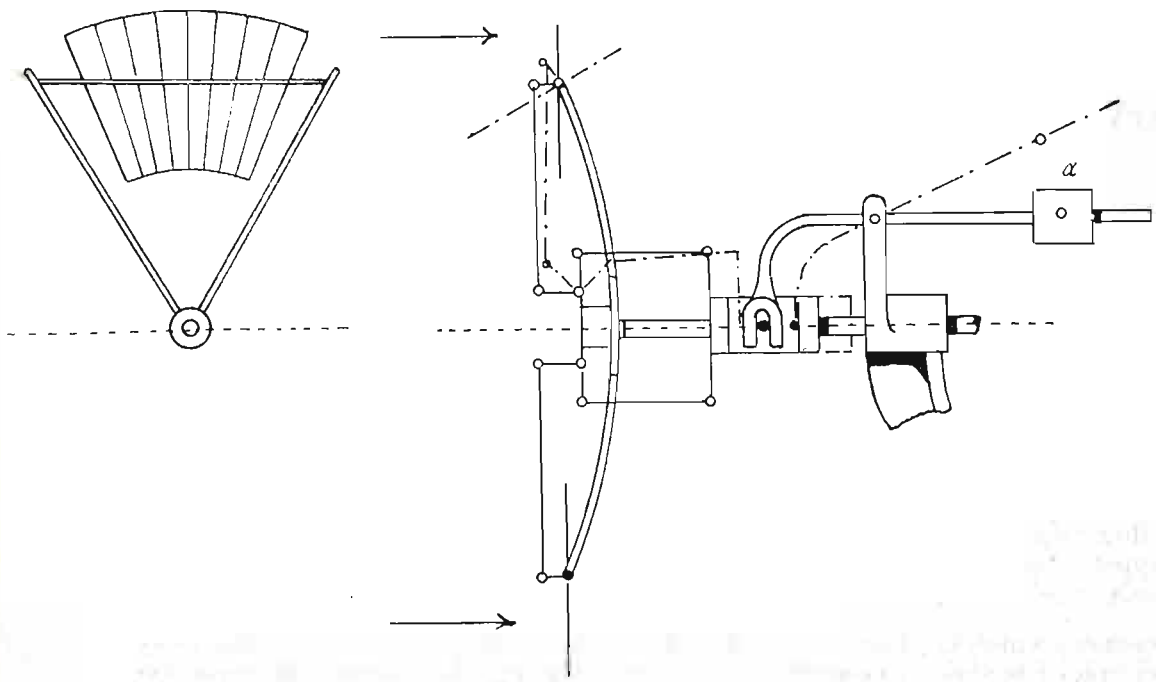
Dane czerpaliśmy z katalogów i dlatego musimy je przyjąć z pewnem zastrzeżeniem. W każdym razie skłonni jesteś-

my przypuszczać, iż wbrew twierdzeniom prof. La Cour'a moc wiatraków amerykańskich przewyższa wydajność „wzorowych" jeżeli nie o 100%, to przynajmniej o 50%.

Różnice pomiędzy rozmaitymi systemami wiatraków polegają głównie na odmiennej **regulacyi**. Celem regulacyi jest uniezależnienie maszyny od zmian wiatru i osiągnięcie, o ile możności, stałej mocy i stałych obrotów. Ważniejsze systemy regulacyi są następujące:

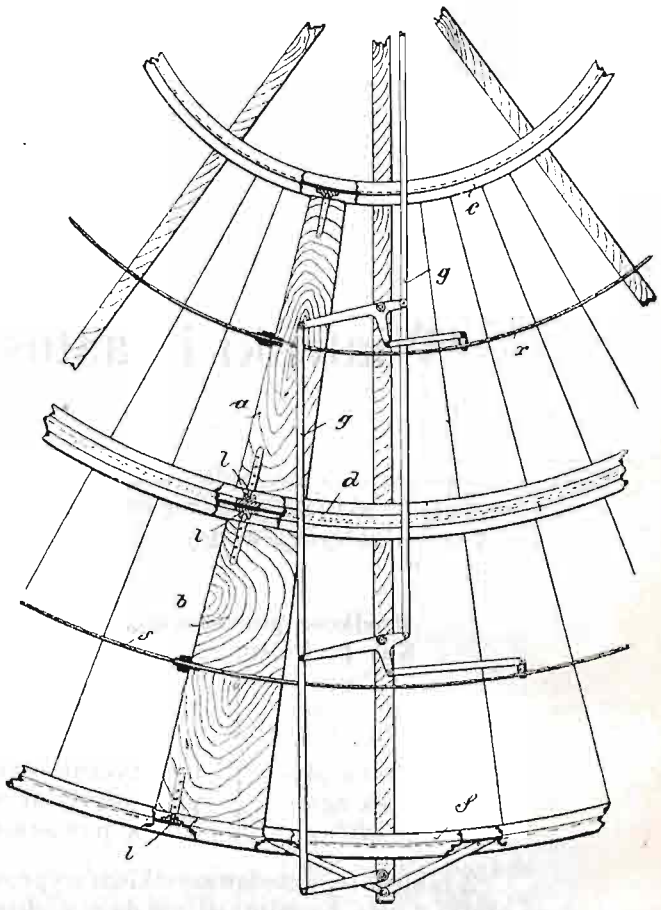
1) System „Eklipse" (rys. 10) polega na tem, że pod wpływem silnego wiatru koło wiatraka przekręca się i pracuje w płaszczyznie nie prostopadłej do kierunku wiatru, jak zwykle, lecz pochyłej. W tym celu wiatrak zaopatruje się w chorągiewkę *a* i sprężynę *b*; pierwsza — stara się ustawić koło w kierunku wiatru, druga temu przeciwdziała.

Regulacya syst. „Halladay".



Rys. 11.

Regulacya syst. „Ultra".



Rys. 12.

2) Przy systemie „Halladay" (rys. 11) porusza się nie całe koło, lecz tylko grupy łopatek. Ciężarek *a* stara się utrzymać śmigi w płaszczyznie prostopadłej do kierunku wiatru, wiatr zaś wyprowadza je z tego położenia.

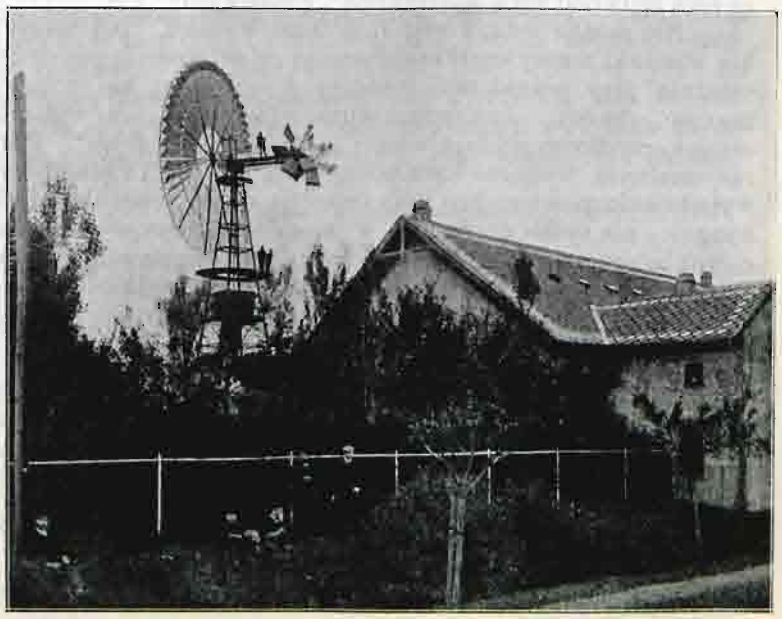
3) Wreszcie system „Ultra" (rys. 12) polega na zmianie kąta pochylenia poszczególnych łopatek. Łopatki połączone są ze sobą jak skrzeliny (żaluzyowo) i otwierają się pod wpływem wiatru, ciężarki zaś starają się utrzymać kąt normalny.

Wiatraki czteroskrzydłowe mogą być również regulowane. Systemy „Eklipse" i „Ultra" nadają się tu w zupełności. La Cour zaleca zaopatrywanie śmig w klapy, któreby otwierały się pod wpływem silnego wiatru. Urządzenie takie

Wiatrak syst. „Halladay" z chorągiewką.

Rys 13.

Wiatrak syst. „Ultra" ze sterem wiatraczkowym.



Rys. 14.

ma na celu nie tyle regulowanie biegu, ile zabezpieczenie śmig od uszkodzeń w czasie wiatru.

Wiatrak musi być ustawiony prostopadle do kierunku wiatru. Wiatraki amerykańskie mają zwykle **stery samoczynne** czy to w postaci chorągiewki (rys. 13), czy też w postaci dwóch wiatraczków (rys. 14) na wspólnej osi. Wiatraczki dotąd obracają całe koło, dopóki nie ustawią go we właściwem położeniu. Wiatraki czteroskrzydłowe również mogą być sterowane automatycznie, tak np. wiatraki doświadczalne w Askov zaopatrzone są w stery wiatraczkowe. (C. d. n.)

Wiadomości techniczne i przemysłowe.

Wyzyskanie spadku wody do bezpośredniego wytwarzania powietrza ściśnionego.

Sposób ten wytwarzania powietrza ściśnionego zastosowano niedawno w kopalni Victoria w stanie Michigan (Ameryka Półn.). Polega on na tem, iż strumień wody, spadając do specyalnie urządzonej w tym celu komory, porywa ze sobą powietrze, które następnie gromadzi się w tej komorze, gdy tymczasem woda przez odpowiednią rurę uchodzi na zewnątrz. W ten sposób otrzymujemy powietrze ściśnione, które może być zastosowane bezpośrednio do różnych celów przemysłowych. Wydajność tego rodzaju urządzenia ma dochodzić do 82% [1]).

Powietrze ściśnione, w ten sposób otrzymane, zawiera względnie niewielką tylko ilość pary wodnej, gdyż temperatura jego jest znacznie niższa od temperatury powietrza ściśnionego, otrzymywanego w sposób zwykły.

Co do szczegółów tej pomysłowej instalacyi, przytoczyć należy co następuje: Niezbędną w tym razie różnicę poziomów wody uzyskano w ten sposób, iż urządzono na rz. Ontonagon groblę 90 *m* długą i 3 *m* wysoką i przekopano kanał dopływowy 1200 *m* długi, który doprowadza wodę do zbiornika *A* (rys. 1). Ze zbiornika *A* woda spada przez trzy okrągłe studnie pionowe, o średnicy 1,50 *m* i głębokości 100,50 *m*, do komory *D*. Studnie te są ocementowane, w celu zmniejszenia tarcia, i zaopatrzone na górze w pływający klosz (uwidoczniony w większej skali na rys. 2), przez który wchodzi woda i wessane z nią powietrze, oraz w lejek stożkowaty na dole z wylotem tuż nad niewielkim blokiem betonowym *C* (rys 1), który odrzuca mieszaninę wody z powietrzem na bok i przyspiesza uchodzenie powietrza z tej mieszaniny. Komorę *D* (rys. 1) o pojemności 2270 m^3, łączy ze studnią odpływową *F* tunel *E*.

Studnia *F* ma bezpośrednie połączenie z kanałem odpływowym. Tunel *E* i studnia odpływowa *F* tworzą syfon, przez który uchodzi woda. Różnica poziomu wody w zbiorniku *A* i kanale odpływowym wynosi 21,65 *m*. Ciśnienie powietrza w komorze *D* wynosi 8,26 kg/cm^2, co odpowiada różnicy poziomu wody w komorze i kanale odpływowym. Spiętrzenie wody 21,65 *m* (różnica poziomu wody w zbiorniku górnym i kanale odpływowym) ma jedynie na celu utrzymywanie stale w ruchu masy wodnej, do czego potrzebny jest zapas energii na przezwyciężenie tarcia.

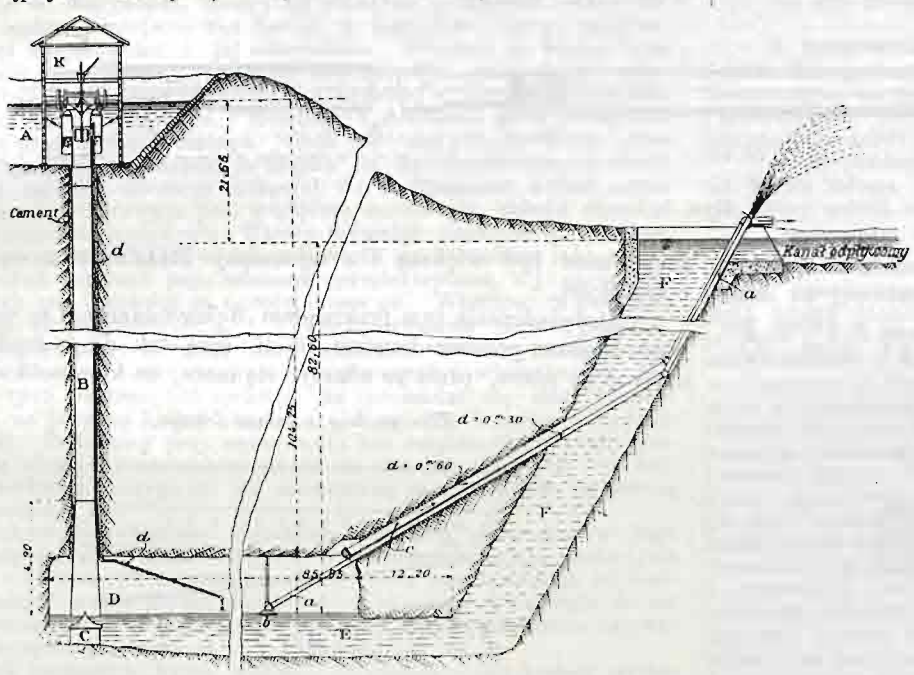
Z komory dolnej powietrze ściśnione uchodzi przez rurę *C* (rys. 1), o średnicy 60 *cm*, do miejsca odległego o 1600 *m*, w którem zostaje zużytkowane do wprawiania w ruch wiertarek pneumatycznych, do podnoszenia wody z szybów i t. p.

Ciśnienie powietrza w ten sposób zgęszczonego ulega nieznacznym jedynie wahaniom, dzięki dużej pojemności komory *D*, na wszelki jednak wypadek są jeszcze i urządzenia, które nie pozwalają na to, by ciśnienie przekroczyło pewną normę.

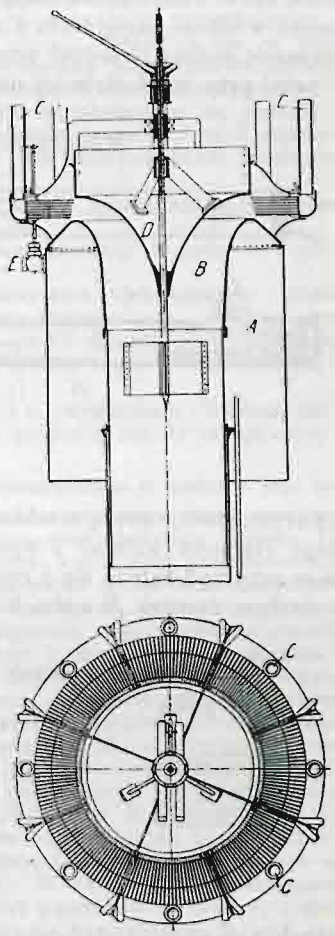
Studnie pionowe *B*, przez które mieszanina wody z powietrzem spada, mają na górze rurę, w której może się przesuwać w kierunku pionowym pływający klosz *A* (rys. 2), doprowadzający wodę i powietrze. Klosz ten wisi na specyalnych łańcuchach, przymocowanych do ścian budynku (rys. 1) wzniesionego nad studniami pionowemi i zaopatrzony jest w osiem rur pionowych (rys. 2), których wyloty są zawsze nad poziomem wody w zbiorniku i przez które wchodzi powietrze, oraz posiada otwór dopływowy dla wody wzdłuż całego swego obwodu. O ile ten otwór dopływowy wypada pod poziomem wody w zbiorniku, woda dopływowa spada, wsysając powietrze przez rury *C*; powietrze przechodzi następnie przez cały szereg rurek o średnicy 9 *mm* (których jest ogółem 1800), rozłożonych w kierunku promieni (rys. 2) i wzdłuż całego obwodu klosza, dzięki czemu woda jest w stanie wchłonąć w siebie większe ilości powietrza.

Regulować dopływ powietrza można zapomocą widocznej na rys. 2 śruby, która zbliża lub oddala od siebie górną (zupełnie niezależną) część klosza *D* (rys. 2) w postaci stożka od dolnej *B*, co wywołuje zamykanie lub otwieranie wylotu pewnej ilości rurek poziomych o średnicy 9 *mm*, doprowadzających powietrze.

Powietrze ściśnione, które stale wypełnia pewną część klosza nad górnym wylotem studni pionowej, łączy się bezpośrednio przy pomocy rurki *d* (rys. 1) z powietrzem ściśnionem w komorze dolnej, dzięki czemu, w razie gdy ciśnienie w komorze się powiększa, klosz



Rys. 1.



Rys. 2.

[1]) Por. *Genié Civil* z d. 18 maja r. b. str. 40.