

554

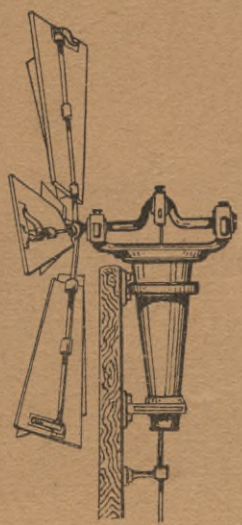
~~Wydzielnictwo Techniczne  
Działy Budowy Zapor i Silowni Wodnych~~

338

ALEKSANDER TYSZKIEWICZ

RS

NATURALNE ŹRÓDŁA ENERGII. SERVA I.  
SILNICE WIATROWE



WARSZAWA

SKŁAD GŁÓWNY W KSIĘGARNI GEBETHNERA I WOLFFA

1906

~~SKŁAD GŁÓWNY W KSIĘGARNI  
G. GEBETHNERA I WOLFFA  
W KRAKOWIE~~

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000325941

*Rybczyński*

*42 lp. 906*



551  
~~POLITECHNIKA KRAKOWSKA~~  
~~Wydział Inżynierstwa Wodnego~~  
~~Katedra Budowy Łoposr i Siłowni Wodnych~~

338

243 / 10

# SILNICE WIATROWE



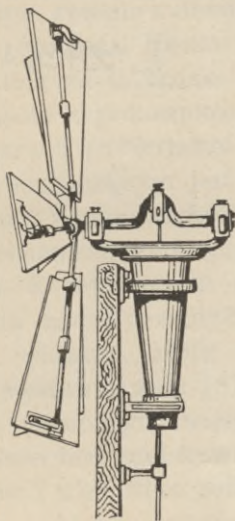


551  
~~POLITECHNIKA KRAKÓWSKA~~  
~~Wydział Budownictwa Wodnego~~  
~~Katedra Budowy Zapór i Siłowni Wodnych~~

ALEKSANDER TYSZKIEWICZ



NATURALNE ŹRÓDŁA ENERGII. SERVA I.  
SILNICE WIATROWE



WARSZAWA

SKŁAD GŁÓWNY W KSIĘGARNI GEBETHNERA I WOLFFA

1906

POLITECHNIKA ŁÓDZKA  
Wydział Inżynierii Mechanicznej  
Katedra Budowy Maszyn i Napędów

II - 357361

WARSZAWA

KRAKÓW. — DRUK W. L. ANCYCA I SPÓŁKI.

BPK-13-28/2020



Z rozrostem ludności i jej potrzeb, z wciąż powiększającą się konsumpcją materiałów opalowych, których całkowite wyczerpanie i dziś już przewidzieć można, ujarzmienie sił naturalnych nabiera coraz większego znaczenia, a do takowych w pierwszym rzędzie zaliczyć należy siłę wiatru, wszędzie i każdemu dostępną. Niema wprowadzić nic mniej stałego od wiatru, lecz za to będzie on istniał dłużej od ludzkości samej, dopóki z promieniowaniem słońca wahać się będzie temperatura u powierzchni kuli ziemskiej. Dla nas peryod ten równoznaczącym jest z wiecznością.

Do Newcomena i Watta ludzkość rozporządzała tylko dwoma źródłami mechanicznej energii, mianowicie siłą hydrauliczną i wiatru. Z pojawieniem się maszyny parowej i spowodowanym nią nadzwyczajnym rozwojem techniki, zaniechano prawie wiatraki, które oniemal że uważano jako zabawkę. Po wystawie roku 1876 w Philadelphii, na której oryginalność migocących wieloskrzydłkowych tarczy wzbudziła powszechne zaciekawienie, powróciła moda używania wiatraków i niebawem poznano w Ameryce niezmiernie usługi, które oddać mogą gospodarstwom wiejskim, to też liczba ich szybko wzrosła do wielkich rozmiarów i o wiele przekracza dziś setko tysięcy. Z Ameryki przeszły systemy wieloskrzydłkowe do Niemiec, następnie do Francji i innych krajów europejskich. Używają ich przeważnie do pompowania wody, w ostatnich czasach zaś coraz częściej do melczenia zboża, dokończenia kory dębowej dla garbarzy,

saletry etc., dla wyrobu prochu myśliwskiego, gipsu, fosforytów, kości, na nawozy sztuczne, rozgniatają rzepak, mak, sienie lniane i konopne dla olejarni, dito trzcinę cukrową i sorgo, tną sieczkę, szarpią buraki dla bydła, pompują wodę dla całych miast, etc. etc., z siłą dochodzącą do 50 KP. Można je użyć dla młóczy, czyszczenia i przewietrzania zboża, obracania centryfug mlecznych i wogóle dla wszystkich gospodarskich czynności. W peryodach zaciszu robotę zabezpieczyć może manież lub inny motor mechaniczny.

W przyszłości siłę wiatru stosować będą nietylko w gospodarstwie wiejskim i domowym. Jako źródło dodatkowej energii może ona mieć wielkie znaczenie i dla większego przemysłu. Niezawodnie uda się zapomocą wiatraka obracać wprost maszyny dynamo-elektryczne, co dotychczas napotyka dość znaczne techniczne trudności. Podnoszenie wody dla następnego użytku w turbinach, a szczególnie ściskanie powietrza, o którym wspominałyśmy w ostatnim rozdziale, nieograniczenie rozszerzą użyteczność silnic wiatrowych.

Literatura techniczna posiada dotychczas dość szczerpłą liczbę dzieł o wiatrakach. Nieraz czytamy w ogłoszeniach o nowych kombinacjach i poszukiwaniu kapitałów dla ich urzeczywistnienia. Osobiście widziałem kilka kombinacji, ogłoszeń czytałem kilkanaście. Wszystkie świadczyły o pracowitości i nawet o zdolności autorów, lecz zarazem o zupełnej nieświadomości tego, co już przedtem było zrobiono. Podobne zjawiska spotykamy u nas we wszystkich wydziałach mechaniki stosowanej. Nader szczęśliwym będę, jeżeli niniejsze skromne dziełko, służąc jako skorowidz, skieruje kombinacje pracowników naszych na właściwe tory.

*Howory, w Gub. Podolskiej, 1905.*



## ROZDZIAŁ I.

### Spostrzeżenia meteorologiczne.

Wszelka zmiana położenia pewnej ilości gazów tworzących atmosferę naszą pochodzi od różnicy temperatury w dwóch mniej lub więcej odległych punktach kuli ziemskiej i odpowiada zawsze danemu ciśnieniu barometrycznemu, kierując się od punktu z ciśnieniem wyższym, do punktu z ciśnieniem niższym.

Podczas lata mogą takie punkty znajdować się na dwóch polach sąsiednich, lub być odległe o setki kilometrów. Oziębienie pewnego punktu, wskutek cienia rzuconego małą chmurką, lub chwilowem deszczem, powoduje utratę równowagi, a zatem ruch fal powietrznych, którego amplituda zależy od chwilowej różnicy temperatury. Wiatr nader rzadko przelatuje znaczne przestrzenie w kierunku prostym, lecz zwykle wiruje i graficzne notatki obserwatorów meteorologicznych wykazują często nader dziwnie wykrzywione linie. Wiatr płynący w jednym kierunku musi zawsze być kompensowanym prądem tejże amplitudy płynącym w kierunku przeciwnym, bądź równolegle, bądź ukośnie i jak to opisywał Juliusz Verne »W podróży balonem przez Afrykę«, wystarczyłoby dowolnie podnosić lub opuszczać balon, by móż w każdym punkcie kuli ziemskiej polecieć w pożądanym kierunku. Lecz nie ko-

niecznie powinna poruszać się jednocześnie cała masa atmosfery. Oba prądy, pierwotny, jeżeli się tak wyrazić możemy, i »kompensacyjny«, mogą poruszyć dwie tylko warstwy, często pozostawiając pod sobą i między sobą dość potężną przestrzeń nieruchomą. O parę set metrów nad ziemią może dąć silny wiatr, podczas względnej ciszy u powierzchni.

Badanie i uformułowanie praw, którym podlega atmosfera są obecnie przedmiotem ścisłych badań i świat jest pokryty całą siecią stacyi meteorologicznych, których spostrzeżenia w kraju naszym koncentruje »Mikołajewskie Główne Obserwatoryum Fizyczne« w Petersburgu, (które wydaje specjalne miesięczniki). Punkty obserwacyjne w mnogiej ilości rozsiane po całej Rosyi, dzielą się na trzy główne kategorie: 1) stacje pluwiometryczne, zapisujące opady atmosferyczne (deszcz, śnieg i t. p.); 2) stacje w których spostrzeżenia notują trzy razy dziennie, o 7 rano, o 1-szej po południu i 9-tej wieczorem (zmiany ciśnienia barometrycznego, zmiany temperatury, kierunek i siłę wiatru, stopień wilgoci, ilość godzin słonecznych, ilość opadów); 3) stacje I klasy, mające prócz instrumentów jak poprzednie, komplet przyrządów automatycznie rejestrujących. Prócz tego, jednocześnie we wszystkich krajach świata, w oznaczone międzynarodową konwencją dnia i godziny, puszczają latawce, (Drachen, serfs-volants), zaopatrzone w aparaty rejestrujące, tak zwane meteorografy, zapisujące stan barometryczny, wilgoć, temperaturę i siłę wiatru. Kierunek takowego pokazuje sam latawiec. Średnio dochodzą latawce do 3000, czasami nawet do 5000 m. Światowy rozgłos mają meteorologiczne prace panów profesorów R. Assmann i Berson w Berlinie, Hergesell w Strasburgu, W. Keppen w Hamburgu, A. L. Rotseh w Blew-Hill (Am. Póln.), Teisserenc de Bort w Trappes pod Paryżem, który prócz latawców peryodycznie wypuszcza balony (balons sonde), z cieniutkiego specjalnie mocnego papieru, napełnione wodorem. W innych obserwatoryach na tenże cel



używają balonów z cieniutkiej gutaperki, przywiązując w razie potrzeby, jak zresztą i latawce, po kilka razem. Zwyczajła średnica takich balonów 2 m. i każdorazowy koszt obserwacyi dość znaczny. Meteorografy aluminiowe kosztują w Pawłowskim Obserwatoryum (Petersb.) 150 rubli. Balons-sonde doszły do maksymalnej wysokości w Strassburgu, mianowicie 24000 metrów.

Ilość wiatru w dwóch punktach napozór zupełnie do siebie podobnych bywa bardzo rozmaita i zależną od wielu czynników, przeważnie od konfiguracyi powierzchni ziemi w bliższej i dalszej okolicy. Na przykład: w pow. Winnickim notowano o 12%, w Olgopolskim i Bałtskim o 15% więcej dni z wiatrem siły użytecznej w porównaniu z innymi miejscowościami gub. Podolskiej.

Ułożono kilkanaście systemów ruchów powietrza, które jednak nas tylko pośrednio interesować mogą, ważnemi dla naszego celu są możliwie obszerne notowania ilości i kierunku wiatru, które oniemał że dla każdego punktu państwa rosyjskiego dostarczyć może Peterb. Obserw. Fizyczne. L. Purpur w Paryżu, który dłuższy czas pracował nad silnicami wietrznemi i opatentował turbinę z szerokimi tablicami kierowniczymi specjalnego układu, ułożył system wiatrów, mianowicie 8 wiatrów jednoczesnych, krzyżujących się symetrycznie i wszystkie razem falujących w jednym kierunku, zarówno w warstwach wyższych jak niższych i wciąż zmieniających wysokość, siłę, nakłon i podnoszenie. Te wiatry tworzą ośmioramienny wypukły krzyż i jeżeli my taki zrobimy z drzewa i na stole poruszymy go z lewa na prawo, będziemy mieli przybliżony przykład zachowania się wszystkich ośmiu prądów, t. j. ich falowania, które rozdzielić możemy na falowanie roczne i dzienne, (zależne od pory dziennej, od przyływu i odpływu morza). Chmury opisują mniejsze lub większe luki i jednakowo podnoszą i opuszczają się, falując we wszystkich warstwach atmosfery. Jeżeli z punktu opuszczenia chmur przeciągniemy linię do przeciwległego

punktu horyzontu, otrzymany prawdziwy kierunek chmur. Falowanie chmur i wiatru uważa L. Purpur tylko jako złudzenie z powodu obrotu ziemi naokoło słońca i swej osi. Odpowiedni wiatr powoduje upadek przedmiotów lekkich, a zatem i pary wodnej, która spada pod postacią deszczu, śniegu etc. Łamany, czyli ukośny wiatr powstaje w miejscu uderzenia wiatru »pierwotnego«, nie w kierunku przeciwnym, lecz pod kątem 90° w stronę, rozchodząc się kółkami prawie koncentrycznymi. Przytoczyliśmy wyjątek ten z obszernego dzieła Purpura tylko pro memoria. Klasycznymi są i powtarzane we wszystkich podręcznikach, notatki obserwatoryum *Salinenamt in Dürrenberg, Regierungsbezirk Merseburg*, jak również obserwacje Inżyniera A. Kriega w Cuxhaven, obejmujące lata od 1851 po 1870. W zasadzie mają one dla nas tylko względną wartość, przytaczamy je jednak *in extenso* jako przegląd przytrafiających się fluktuacyi. Co się zaś tyczy kierunku, podaje Neumann następną przeciętną ilość dni, na 1000 dni obserwacyi.

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
Połn. Ameryka:	96	116	49	108	123	197	101	210
Francya:	126	140	84	76	117	192	155	110
Anglia:	82	111	99	81	111	225	171	120
Niemcy:	84	98	119	87	97	185	198	131
Szwecya:	102	104	80	110	128	210	159	106

#### Obserwacye w Cuxhaven.

Ilość dni z wiatrem chyżości wyrażonej w metrach na sekundę.

Rok	1	3	4	5.5	7	8.5	10	11.5	12.8	14.5
1851	17	72	97	79	52	31	9	5	2	2
1852	5	70	94	72	52	29	24	12	5	5
1853	5	70	90	80	47	24	14	16	4	4
1854	48	99	84	65	37	14	9	2	—	—
1855	65	112	85	57	26	10	5	3	—	—
1856	45	39	96	45	23	16	4	1	—	—



Rok	1	3	4	5.5	7	8.5	10	11.5	12.8	14.5
1857	65	150	77	46	16	6	4	1	—	—
1858	46	139	90	54	22	9	4	1	—	—
1859	17	92	93	78	46	26	12	1	—	—
1860	16	77	102	81	45	29	14	5	—	—
1861	21	103	96	67	45	19	11	3	—	—
1862	13	72	109	88	40	9	1	2	—	—
1863	4	61	104	91	51	12	6	3	3	3
1864	20	69	86	81	60	7	7	2	—	1
1865	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1866	17	71	82	80	51	10	5	1	—	—
1867	25	82	100	70	43	16	12	1	—	—
1868	21	81	105	74	46	12	3	3	—	—
1869	29	73	94	70	51	11	3	—	—	—
1870	25	96	94	76	47	7	4	—	1	1

**Obserwacye w Dürrenberg.**

Ilość godzin.

Rok	Bez wiatru	Słaby	Silny	Burza
1852	1206.	6283.	1282.	10.
1853	2298.	5640.	805.	17.
1854	1506.	5802.	1440.	12.
1855	2133.	5766.	859.	2.
1856	1866.	5868.	1051.	1.
1857	2439.	5829.	492.	0.
1858	2289.	5561.	895.	17.
1859	1992.	5930.	817.	21.
1860	2373.	5756.	640.	15.
1861	2316.	5751.	685.	8.
Srednio:	2041.5	5818.7	896.5	10.3

Z ostatniego lat dziesiątka przytaczamy notowania dokonane na stacyi meteorologicznej w Howorach, (pow. Uszyckiego, gub. Podolskiej), pod kierownictwem p. Wacława Sokolowskiego (koresp. Petersb. Główn. Obserw. Fizyczn.) w ciągu roku 1904, który pod względem ruchu powietrza przedstawia najnormalniejsze cyfry. Uwzględniono szczególnie tylko godzinyienne, jako przeważnie interesujące młynarstwo. Ilość godzin nocnych dodano następnie podług graficznych notatek Anemografa Richarda.

Za ostatnie lat sześć, rozkładając całoroczną ilość godzin na 300 dni roboczych, wiatrak pracujący przy 4 m. prądzie, mógł działać w przeciągu 6.3 godzin dziennie, przy 7 m. i wyżej tylko 2.91 godzin.

**Ilość dni w których wiatrak mógł działać,  
licząc od 4 metrowej chyżości:**

w:	0	4	8	12	Burza	Ogół godzin	Średnio	
Styczniu . .	12	6	6	6	1	156	5	
Lutym . . .	5	1	10	12	1	240	9	
Marcu . . .	7	3	11	9	1	220	7	
Kwietniu . .	3	10	10	7	—	204	6.8	
Maju . . .	5	5	17	4	—	204	6.5	
Czerwcu . .	9	9	8	4	—	148	4.8	
Lipcu . . .	10	13	6	1	1	224	7.5	
Sierpniu . .	5	12	10	2	2	176	5.7	
Wrześniu .	7	7	8	9	—	200	6.4	
Październiku	5	16	7	2	1	156	5	
Listopadzie .	3	2	6	9	10	184	9.5	
Grudniu .	9	5	2	6	9	216	7.2	
Ogółem .	80	89	100	69	26	2428	6.6	
W nocy .	—	—	—	—	—	808	—	
Ogółem godzin pracy w roku 1904 . .							3236	9.9.



**Chyżość wiatru w metrach na sekundę.**

(Obserwacye po 3 razy dziennie).

	0	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Styczeń . . .	9	2	7	8	2	3	—	—	—	—	—	—
	6	2	6	7	4	4	1	—	—	—	1	—
	10	4	3	6	2	1	2	—	1	—	—	1
Luty . . .	5	2	1	10	2	6	2	—	—	—	—	—
	4	1	1	9	7	5	—	—	1	—	—	2
	11	—	1	5	6	2	—	—	2	—	—	2
Marzec . . .	14	1	1	1	8	4	—	—	2	—	—	—
	2	—	5	8	6	7	—	—	2	—	—	1
	9	3	4	1	6	4	3	—	1	—	—	—
Kwiecień . . .	4	4	8	3	6	3	2	—	—	—	—	—
	—	2	—	—	8	6	7	2	—	1	—	4
	13	2	2	7	6	—	—	—	—	—	—	—
Maj . . . . .	9	2	2	7	9	—	—	1	—	—	—	1
	1	1	5	5	6	7	3	—	2	—	—	1
	17	2	1	8	2	—	—	—	—	—	1	—
Czerwiec . . .	7	5	5	5	5	2	1	—	—	—	—	—
	1	6	3	6	11	2	1	—	—	—	—	—
	17	4	6	1	1	—	—	—	—	—	—	—
Lipiec . . . . .	16	3	2	5	3	1	—	—	1	—	—	—
	—	3	8	7	7	4	1	—	—	—	—	—
	22	3	1	4	1	—	—	—	—	—	—	—
Sierpień . . . . .	10	3	3	8	8	1	—	1	—	—	—	—
	—	3	5	5	7	1	—	—	—	—	2	1
	22	3	1	4	1	—	—	—	—	—	—	—
Wrzesień . . . . .	6	6	3	8	5	1	1	—	—	—	—	—
	7	2	2	7	8	6	2	—	—	—	—	—
	3	4	2	5	2	—	—	—	—	—	—	1
Październik . . . . .	9	6	3	8	4	1	—	—	—	—	—	—
	—	5	1	13	7	5	—	—	—	—	—	—
	17	3	3	4	3	—	—	—	1	—	—	—
Listopad . . . . .	6	1	—	5	4	7	1	—	3	3	—	—
	7	2	1	3	8	2	2	—	2	8	—	—
	2	4	2	5	3	2	1	—	2	—	5	—
Grudzień . . . . .	7	1	5	5	3	2	—	—	4	—	—	5
	3	5	4	3	4	1	1	—	2	3	1	4
	9	2	3	3	2	3	2	—	2	1	—	4

(Observatorium meteorologiczne w Howarach)

Kierunek i siła wiatru (liczba obserwacji i suma metrów):

Miesiąc:	Chłono:	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
Styczeń	25	4	—	5	—	3	1	18	5	13	2	2	—	6	3	3	2
	12	—	11	—	—	7	1	50	29	76	6	10	—	76	13	14	3
	3	2	3	3	1	5	—	6	6	18	7	4	2	3	1	4	2
Luty	12	12	14	3	16	—	—	33	44	115	35	40	10	19	5	40	9
	25	14	—	5	—	15	1	19	6	1	—	—	—	1	—	6	—
	84	—	21	—	—	63	2	149	42	4	—	—	—	2	—	32	—
Kwiecień	17	5	1	4	—	6	1	20	7	12	1	1	1	1	—	10	1
	23	3	5	25	—	22	3	103	35	88	8	3	5	4	—	70	3
	27	3	1	4	—	3	—	4	5	7	3	3	1	4	2	19	7
Maj	12	3	3	16	—	6	—	28	27	27	10	13	4	22	10	145	35
	26	4	—	1	—	—	1	1	2	4	2	5	—	18	3	23	3
	7	—	—	2	—	—	4	1	4	4	7	16	—	67	16	103	11
Czerwiec	38	5	—	2	—	1	—	4	—	4	—	4	—	7	4	23	—
	16	—	—	4	—	4	—	18	—	6	—	13	—	13	19	135	—
	29	6	1	1	—	2	1	—	4	10	1	—	—	16	—	22	—
Sierpień	12	2	2	5	—	6	2	—	21	34	2	—	—	135	—	131	—
	21	4	26	3	—	8	—	7	8	5	—	1	—	—	—	5	—
	5	150	15	—	—	26	—	39	36	18	—	4	—	8	—	22	—
Październik	26	9	2	4	—	9	—	5	6	10	—	3	—	12	—	5	2
	72	17	14	—	—	25	—	18	22	33	—	13	—	67	—	20	4
	13	—	—	1	—	—	5	4	3	15	—	3	2	20	—	14	2
Listopad	100	—	—	1	—	—	19	28	60	112	—	14	7	205	—	147	14
	1	—	—	—	—	—	—	1	9	11	—	1	—	36	1	7	—
	1	—	—	—	—	—	—	14	52	50	—	4	—	454	3	68	—
Grudzień	286	69	33	33	1	52	10	89	61	110	17	24	6	126	14	141	19



Z powyższego widzimy, że u nas przeważa kierunek NW = (141), W = (126), S = (110) i N = (69), podczas gdy ENE notowano tylko 1 raz, a zatem powinniśmy przy stawianiu wiatrowej silnicy przeważnie zwracać uwagę, by w kierunkach W, NW, N i S, nie było przeszkód; z innych stron mogą budynki fabryczne nieco zasłaniać tarczę wiatraka. Planując nową instalację, powinniśmy za podstawę przyjąć prąd chyżości od 4 do 5 m., przyczem możemy minimalnie liczyć na 2800 godzin pracy w roku. W przeciągu lat sześciu najdłuższy peryod zupełnej ciszy = 12 dób, przytrafił się tylko dwa razy, jednak powinniśmy przewidzieć możność dwutygodniowej nieczynności i stosownie do zamierzonego celu, postawić odpowiednio większą silnicę, większych rozmiarów zbiorniki dla wody lub ściśniętego powietrza, większą ilość akumulatorów elektrycznych, lub zapasową silnicę (motor naftowy, spirytusowy, aerothermiczny i t. p.). Przy budynkach gospodarskich stawiają zwykle maneże końskie.

## ROZDZIAŁ II.

### Przegląd historyczny.

Najdawniejszy dokument wspominający o wiatrakach, (odnaleziony przez Mabillon w *Ann. Ord. Benedicti, T. V. Luteciae 1713*) datuje z r. 1105. Potwierdza on jednemu z francuskich klasztorów przewilej zakładania młynów wodnych i wiatrowych, (*molendina ad ventum*). Wyrok papieża Celestyna III, z XII wieku uznaje prawność pobierania »dziesięciny« i z młynów poruszanych zapomocą wiatru. Wenecyanom radził Bartholomeo Verde założenie wiatraków dla melcia zboża w r. 1332. Adr. Loosjes (*Harlem 1794*), twierdzi, że w Holandyi używają siłę wiatru od roku 1439. Do Anglii przeniesiono kunszt budowania wiatraków z Holandyi w XVI stuleciu, (Fairbairn: *Mills and Millwork*, cz. I, str. 276), do Szkocyi zaś dopiero w r. 1720, (w *Dunbar, Hattingtonshire*). To samo piszą w *The practical Mech Journal*, T. XVI, str. 233, (1863). — W grudniowym numerze tegoż pisma, pod tytułem: *Siła wiatru użyta w młynarstwie* pisze jeden z angielskich inżynierów wojskowych, po powrocie z wyprawy krymskiej, co następuje:

»Czesto przeczą niemieckiemu twierdzeniu, że w ich kraju wymyślono pierwsze wiatraki w XI wieku, mniemając, że są pochodzenia wschodniego i sprowadzone do Europy po wojnach krzyżowych. Jest to mojem zdaniem bar-



dzo wątpliwem, jeżeli nie wprost mylnem, gdyż na Wschodzie, w Persii, Palestynie, Arabii, niema wiatraków, w Indjach zaś widziałem tylko jeden, postawiony przez europejczyka. W okolicach Smyrny, na wybrzeżach Hellespontu i w Krymie widać wprawdzie pewną ilość małych wiatraczków, lecz wszystkie wybudowane podług wzorów europejskich. W pobliżu Eupatorii naliczyłem ich przeszło 200«.

Washington Irving powiada znowuż w »Historyi Kalifów« :

»W liczbie Persów wziętych do niewoli i przyprowadzonych do Medyny, znajdował się pewien człowiek, zwany Firus, należący do sekty czcicieli ognia. Jego pan wymagał od niego codziennej daniny dwóch monet srebrnych, co Firus uważał za zdzierstwo i skarżył się przed Kalifem Omarem (następcą Mohameda). Kalif kazał zbadać jego zdolności zarobkowania i dowiedziawszy się, że jest pierwszorzędnym cieślą i specjalnie obeznanym z kunsztem budowania »młynów wiatrowych«, orzekł, że danina dwóch dirhem dziennie zupełnie usasadniona. W kilka dni później, rozgoryczony tym wyrokiem, zabił Firus Kalifa Omara przy wychodzie z meczetu. Działo się to w 23 roku Hedzry, czyli 643 naszej ery«.

Nie wiemy źródła, z którego Irving zaczerpnął ten cytat. Zadziwiającem byłoby jednak, żeby się kunszt budowania wiatraków mógł zagubić na Wschodzie, tak silnie zachowującym wszelkie zwyczaje i tradycye. W napoleońskiej *Description de l'Egypte* T. II, rozdział *Arts et métiers*, czytamy: »*Les Egyptiens n'ont ni moulins à vent ni moulins à eau pour préparer la farine de leurs blés*«.

Najdawniejszy oficjalny dokument niemiecki datuje z r. 1393. Jest to umowa pomiędzy magistratem miasta Speyer i Flamandczykiem o wybudowanie młyna wiatrowego dla potrzeb miasta. Bądź co bądź, w Europie niezawodnie pojawiły się wiatraki po raz pierwszy w prowincjach zachodnio-niemieckich, w XI wieku.

Wiatraki najdawniejszej konstrukcyi widzimy na ry-

cinach z XVII i XVIII wieku. Na pięciu nóżkach stożkowo ułożonych, stoją drewniane małe budyneczki, ledwie większe od kajuty kąpielowej, z czterema wykrzywionymi skrzydłami. Konstrukcyja ta, zwana »niemiecka« (*Bockwindmühle*) jest prototypem używanych u nas obecnie wiatraków ruchomych w całości i obracanych naokoło mocnego pionowego słupa, głęboko zakopanego w ziemi. Następnie stawiano wiatraki na murowanych fundamentach, celem podniesienia ich możliwie wysoko nad ziemię i z tego naturalnie powzięto myśl przeprowadzenia ruchu od wiatraka na dół do części murowanej. Stopniowo zmniejszano część górną, drewnianą, aż nareszcie pozostał ruchomym tylko »kołpak«, czyli dach. Taki układ zowią »holenderskim«. Beckmann cytuje ustęp z holenderskiego dziełka z r. 1727, w którym mówią: »*De beweegelykte kap om de Moolens op alle Winde te stellen, is eerst in't midden van de XVI de eeuw door een Vlaming uytgevonden*«.

Holenderska konstrukcyja, z budynkiem nieruchomym, dała możność znacznego powiększenia młynów wiatrowych oraz długości skrzydeł. Wzdłuż kanałów, które w Holandyi zastępują drogi ziemne, widać długie rzędy wiatraków drewnianych, służących przeważnie do pompowania wody. Nadają one specyalny wygląd krajobrazom.

Stare przysłowie holenderskie powiada: »Bóg stworzył morze, Flamandczyk zrobił ziemię«. Rzeczywiście przyznać należy, że to co dokonała wytrwała i cierpliwa praca Holendrów niema sobie równego na świecie. Zagrożeni ze wszech stron przez wody niszczące, potrafili oni nieustającą pracą nietylko, że ocalić ziemię swoją, lecz ją znacznie powiększyć. Walka z wodami datuje od niepamiętnych czasów. Z jednej strony podmywające fale morza, cały zaś kraj poprzecinany wielkimi rzekami, zanadto często występującemi z brzegów i niszczącemi wszystko na olbrzymich obszarach. Od XI wieku wspominają kroniki o mnogich nasypach i groblach. Służą one dla ochrony od nawodnień, a także dla wstrzymania szlamu i tworzenia



coraz nowszych suchych przestrzeni. Obecnie zamierzają odrazu osuszyć Zuydersee, czyli 20.000 dziesięcin. Świeżo osadzone rzekami szlam, tak zwane »Polders«, otaczają groblami z chróstu wierzbowego i gliny. Następnie przecinają kanały takż w groble ujęte, a z utworzonej tym sposobem szachownicy wypompowują wodę. Łatwo opisać, lecz trudno przedstawić sobie cały ogrom tej pracy, tych milionów metrów kubicznych piasku, szlamu i wody. Wszystko to mogło być przeprowadzone tylko dzięki wiatrakom. Innych źródeł energii, pary, której dziś często używają, i t. p. nie posiadano jeszcze. Obecnie istnieją czynne wiatraki datujące, choć drewniane, z XVII w.

Wiekopomną jest walka Holendrów o niepodległość pod dowództwem słynnego księcia Oranii. Po długoletniej walce, nie mogąc wyzwolić się z pod strasznego ucisku Hiszpanów, a szczególnie okrutnego Jeneral-Gubernatora, księcia Alby, na dany znak przekopali oni wszędzie groble i zalali kraj wodą, poświęcając całe mienie i cały dochód z ziemi na długie lata, bo dopiero po 40-letniej szalonej pracy, udało się naprawić to co wody zniszczyły, — lecz za to zniszczyły i wroga! — W Holandyi istnieje specjalne ministerjum, t. zw. »Waterstaat«, dla walki z wodami.

W kraju naszym mamy również błotniste okolice, w których holenderski system ze skutkiem zastosować można. Szczególnie na Litwie, w Pińszczyźnie, przy odpowiedniej niwelacji gruntów, mogą zupełnie niewielkie wiatraczki ze »sznekiem« oddać znaczne usługi, wyczerpując wodę z ucząstków, które pragniemy wysuszyć. Taką robotę należy wykonywać stopniowo, ograniczając się początkowo niewielką przestrzenią, otaczając ją podwójnym płotem; za takowym kopie się rów i ziemię wrzuca się między płoty. Następnie z otoczonego grobelką uczątku wylewa się do rowów wodę za pomocą »szneka«, obracanego niewielkim wiatraczkiem i istnie zadziwiającem jest, ile wody taki ciągle działający przyrząd usunąć zdoła.

(Znakomite dzieło, pod tytułem »Melioracye rolne« napisał p. Habdank Korzybski, nakł. Gebethnera i Wolffa, w Warszawie).

W Królestwie Polskiem używano przeważnie wiatraków formy holenderskiej i dziś widać dość znaczną ilość takich w okolicach Warszawy. W guberniach południowych, na Wołyniu i w Kijowszczyźnie, budują podług staroniemieckiego systemu, to jest w całości ruchome naokoło wertykalnego słupa, t. zw. »króla«. Po wielu wsiach widać ich po 30 i więcej, prawie wyłącznie należących do właścian. Na Podolu siły wiatru prawie nie używają, szczególnie z powodu stosunkowej obfitości strumyków z dostatecznym spadem dla obracania kół wodnych. Wszelako zmniejsza się ilość wody wszędzie i zaczynają budować wiatraki.

Ścisłe naukowe badania datują od Parent'a, członka francuskiej Akademii Nauk, z r. 1727. Następnie pracowali nad ułożeniem prawidłowych formuł, dotyczących kształtu i wielkości skrzydeł, siły prądu powietrznego i odpowiadającej takowej ilości użytecznej siły, Daniel Bernouilly, MacLaurin, autor słynnego dzieła *Treatise of Fluxions*, (1742) następnie Euler, Smeaton, Coulomb etc. etc.

Główną wadą dawnych systemów była konieczność ciągłego śledzenia kierunku i siły wiatru. Starano się możliwie nadać takowemu działaniu automatyczne, bez którego niektóre czynności, jak n. p. pompowanie wody dla irygacyi lub osuszania, kosztowały zbyt drogo i trudno było należycie korzystać z godzin nocnych. Po raz pierwszy pojawiło się koło automatycznie obracające się do wiatru z 8 skrzydłami w Paryżu, w r. 1780. Busch, Fleury i Castelli wspominają o tem i Doinet zdaje się być wynalazcą tej konstrukcyi. W *Bautzer Anzeiger*, nr. 144, z r. 1791, opisuje niejaki Sattler wymyślone przez niego automatyczne koło z 12 skrzydłami. Następnie nadano skrzydłom układ horyzontalny. Opisany w r. 1699, w *Reccueil des Machines*, nie wiadomo z jakiego powodu zwany system



»polski«, którego model istnieje w muzeum Instytutu Technicznego w Hanowerze, wykonał z małemi zmianami kapitan Hooker, w Margate i Battersea (Londyn). Rees przytacza piękny rysunek tych silnic w artykule *Horizontal-Wind-Mills*. Takiegoż układu, lecz z płóciennymi żaglami (*Moulin à girouette*), systemu Borgnis, opisuje *Traité de Mécanique*. Następnie starał się Jackson uniknąć utraty siły, spowodowanej oporem powietrza przy odwrotnym chodzie skrzydeł, zapomocą kombinacyi trybów obracających tablice skrzydłowe kantem do wiatru (*Repertory of Arts*. T. VIII, r. 1806). Później nadano skrzydłom kształt połowy kuli (*concave*), jak je obecnie używają przy anemometrach i, przydłużając odwrotną stronę, ukształcono je w formie spiczastego lejka. W r. 1798 opatentował Robert Beatson system horyzontalny, w którym naokoło wału obracały się 4 ramy na krzyż ustawione, zapelnione ruchomemi na czopkach deszczulkami, nakształt żaluzyi, które się »za wiatrem« roztwierały. Silnica jego systemu, postawiona w »Great-Windmill-Street« w Londynie, z 4-ma skrzydłami 12 stóp, czyli 3.432 m. w kwadracie, to jest po 11.8 m<sup>2</sup> powierzchni, dawała przy »normalnym wietrze« jakoby 9 KP. — Horyzontalne koło Wolffa w Hanowerze (Rys. Nr. 67), jest rzeczywistą turbiną powietrzną, także ulepszony system Hookera. Pro memoria wspomnijmy jeszcze o horyzontalnych turbinach Arndta, w Neustadt-Magdeburg, Weber i Gresham, Purpur, w Paryżu, W. B. Nowicki, Alban, Sander w Frankfurcie etc. etc. Dziś prawie zupełnie zaniechano układu horyzontalnego, przeciw któremu specjalnie powstawał uczony angielski, Smeaton, dowodząc, że horyzontalne koło nigdy mieć nie może siły wertykalnego jednakiej średnicy, na całą powierzchnię którego jednocześnie działa wiatr, oraz, że wszelkie starania w tym kierunku nie doprowadzą do celu. Wszelako w porównaniu z tarczami wieloskrzydłkowemi mają silnice horyzontalne zaletę prostoty, wskutek czego i trwałości, ważne w kraju naszym, w którym znaczne odległości

od miast czynią większe naprawy trudnemi. W każdym wypadku, w którym celem naszym jest osiągnięcie nie teoretycznie maksymalnej, lecz określonej ilości siły, oddadzą nam silnice horyzontalne znakomite usługi, jak to zobaczymy w rozdziale IV, klasa C. — Następnie, z postęпами w technice, zaczęto budować »korpus« wiatraków z żelaza, znacznie lżejszy i z mniejszemi stratami na tarcie. W równej linii z wałem silnicy umieszczono długie skrzydło, pod kątem  $90^{\circ}$  do tarczy roboczej, które wciąż obracało ją wprost do wiatru. Przyrząd ten i dziś powszechnie używany przy niewielkich silnicach, jest za słabym dla zwalczania nieco większego obciążenia roboczych trybów. Zamieniono go na t. zw. »Windrose«, czyli pomocniczy wiatraczek, postawiony w jednakiej ze skrzydłem pozycji, który działając przez system trybów na szereg zębów nmieszczonych u peryferyi korpusu, rozwija dość znaczą siłę by zwalczyć wszelki opór. »Windrose« zarówno używają przy wiatrakach żelaznych jak i przy dawnych holenderskich.

W pierwszej połowie XIX wieku zaniedbano siłę wiatru. Myślano tylko o parze. Obecnie miejsce pary zaczynają zajmować silnice wybuchowe, gazowe, naftowe, spirytusowe, a szczególnie gazowo ssące, z którymi instalacje parowe średniej wielkości nie wytrzymują konkurencyi. Z powodu nierówności w działaniu nie mogą silnice wiatrowe być porównane z tymi generatorami energii, pracującymi z zegarkową dokładnością. Wszelako niema przedsiębiorstwa w którymby dodatkowa siła nie była pożądaną, szczególnie siła nie kosztująca, prócz pierwotnej instalacyi. Obecnie zaczęto używać siły wiatru dla nagromadzania energii, bądź pod postacią wody, bądź powietrza pod znacznem ciśnieniem i tem sposobem otwarto nowe nieograniczone pole działania dla silnic wiatrowych. Szczególnie po znanych pracach inżyniera p. Mekarskiego nad maszynami pneumatycznymi, koeficient użytecznej siły takowych doszedł do zadawalającej wielkości i wynosi do



75% siły wiatraka. Powrócimy do tej kwestyi w ostatnim rozdziale.

Po wystawie powszechnej w Philadelphii, w r. 1876, powróciła moda wiatrakom. Wystawione po raz pierwszy tarcze wieloskrzydłkowe systemów Hallada'ya i Corcoran'a zwróciły na siebie powszechną uwagę. Dziś w jednej Ameryce Północnej takich wiatraków tysiące. Żadna poważniejsza ferma nie może się obejść bez owych eleganckich wierzyczek i barwnych tarczy skrzydłkowych. *Scientific American*, w nr. z dn. 25 marca 1905, twierdzi, że siłę wiatru w znacznie większych rozmiarach zastosowano w Cesarstwie niemieckiem i podaje jako największą pojedynczą silnicę wiatrową, 50 konny wiatrak, z sześcioma dużemi skrzydłami, ulepszanego systemu holenderskiego, z ruchomemi tabliczkami, takż wielkie koło systemu Hallada'ya, o nominalnej sile 18 KP, 40 stóp średnicy, w Tergast, zkad pompuje po 66.000 litrów wody w godzinę do miasta Emden, odległego o 16 kilometrów na wysokość 134 stóp. Dla pomocy, w razie długotrwałej ciszy, służą dwa motory naftowe po 10 KP. Za jego pomocą osiągnięto 54% oszczędności w porównaniu z poprzednio używaną machiną parową.

Silnice Halladay'a i Corcoran'a są prototypami dwóch głównych grup wieloskrzydłkowych systemów i różnią się między sobą przeważnie sposobem unikania zbyt gwałtownych uderzeń wiatru, mianowicie Halladay'a systemu »roztwieralnego«, pozostaje w pozycyi normalnej do naporu wiatru pewnej, określonej ciężarkiem wysokości, po przekroczeniu którego roztwiera się na 8 części. Podobnego układu są systemy Challenge, (rys. nr. 42), Champion, (nr. 43) i kilka innych.

Wiatrak »Corcoran'a« jest systemu «wymijającego». Tarcza osadzona na osi złożonej z dwóch części na zawiasie. Pod kątem 90° z tarczą i skrzydłem kierowniczem, na długiej rękojeści zwiesza się ciężar, który utrzymuje obydwie połowy wału w równej linii. W stronę za tarczą

i paralelnie do niej znajduje się drugie mniejsze skrzydło, które w razie zbyt silnego uderzenia wiatru odprowadza tarczę w stronę, przyczem ciężar na dźwigni podnosi się, a następnie opuszcza przy naporze zmniejszonym.

Podług systemu »Corcarana« budowane regulatory wszystkich silnie kształtów specjalnych, jak n. p. Leffela, ze spiralnie wygiętymi blachami, Mast, Foos i Co., z czerpakami w rodzaju łyżek, etc. etc. — Ujemną stroną tego pod wszelkimi względami znakomitego systemu, dość silne uderzenia przy powrocie tarczy do roboczej pozycji.

System »Ultra Standart« zewnętrznie zupełnie podobny do »Halladay'a«, z indetycznym regulatorem, dźwignią i korpusem. Tarcza jednak nie roztwiera się. Każda tabliczka odwraca się kantem do wiatru na czopkach.

W latach ostatnich zaproponowano wielką ilość najróżnorodniejszych kombinacji, nieraz wprost dziwacznych. Wymieniać je wszystkie nie miałyby celu. Niezawodnie pojawiają się z czasem zupełnie nowego układu silnice, przewrotu jednak w sprawie stosowania siły wiatru spodziewać się trudno. Istniejące dziś systemy, należycie stosowane, oddadzą ludzkości niezawodne usługi.



### ROZDZIAŁ III.

#### Dane zasadnicze.

Ciała elastyczne: woda, powietrze, stosowane do wywołania użytecznego ruchu, t. j. pracy mechanicznej, są do siebie bardzo podobne, z tą jednak różnicą, że woda ciśnię na komórki, czyli roboczą powierzchnię silnicy, z jednej tylko strony a odpływ możemy zawsze dowolnie regulować, silnice wiatrowe zaś są całkiem zatopione w powietrzu atmosferycznym; baczność uwagę zwracać musimy przy planowaniu nowej silnicy, na sposób zachowania się warstw powietrznych znajdujących się za tarczą takowej, gdyż mogą nawet wywierać wpływ dodatni na ogólną wielkość użytecznej siły, tak zwaną akcją «ssącą». Im większą powierzchnię wystawimy na działanie prądu wody lub powietrza, tem większą będzie suma każdorazowego naporu czyli użytecznej siły.

Przy obu odwrotnie stosujemy prawo o «oporze środka», który, jak wiemy z fizyki, jest opór stawiany cieczą lub gazami podczas ruchu ciała, zależnym od gęstości takowych i od rozmiarów powierzchni rozsuwającej ich cząstki, rosnąc z «kwadratem szybkości».

Opór powietrza podczas ruchu oblicza się podług formuły:

$$0.0735 \times P. \times C^2 \text{ kg.}$$

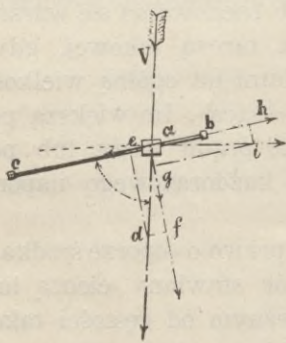
przyczem (P) oznacza powierzchnię przedmiotu, (C) zaś chyżość wyrażoną w metrach. Współczynnik (0.0735) ustanowiono praktyką. Zatem opór powietrza na metrową powierzchnię poruszającą się z szybkością 1 ms., lub odwrotnie, wiatr dmący z chyżością 1 ms. na metrową powierzchnię nieruchomą, wywiera nacisk = 0.0735 kg.

Tak nas uczy fizyka, jednak z mnogich doświadczeń wynika, że siła wiatraka rośnie z kwadratem średnicy tarczy oraz z sześcianiem chyżości prądu.

Przy budowaniu silnicy wiatrowej celem naszym jest możliwie całkowite zużytkowanie naporu wiatru, możliwie tanim kosztem, t. j. przy możliwie mniejszych rozmiarach całej instalacji. Powiększając roboczą powierzchnię, zmniejszamy trwałość maszyny.

Od samego początku poznano, jak ważną rolę na wielkość użytecznej siły odgrywa kształt i układ skrzydeł. Parent, członek Francuskiej Akademii Nauk, znany z prac nad kołami wodnymi, był pierwszym, który się starał ułożyć zasadnicze formuły i wyliczyć kąt, pod którym skrzydła winne być ustawione do wiatru, wyrachowania jego atoli okazały się następnie mylne, (to jest  $50^{\circ} 54'$ ) gdyż

odpowiadały tylko położeniu nieruchomemu, lub chwili wystąpienia z takowego. Po próbach Daniela Bernouilli, udało się Anglikowi Maclaurin w r. 1742, (T. 2, «Treatise of fluxions») ułożyć wierne prawidło rozmieszczenia szprych wzdłuż ramion skrzydłowych. Wyliczenia jego dają się streścić w sposób następujący: (Rys, Nr 1).



Nr 1.

(bc) stanowi szprychę, w odległości (X) od wału roboczego, (v) = szybkość obrotu, zaś (V) = chyżość prądu, który natrafia na płaszczyznę skrzydła pod kątem (baV).



Jeżeli oznaczymy (V) linią (ad) i rozłożymy (ad) na (af) — pod kątem prostym do szprychy i na (ae), równoległą z takową, oraz: w tenże sposób oznaczymy (V) linią (ai), rozkładając takową na (ag) i (ah), otrzymamy względną szybkość proporcjonalną normalnemu naporowi wiatru:

$$(V \sin. a - V \cos. a)$$

oraz dla wielkości normalnego naporu = (N):

$$(N) = K \frac{\gamma'}{2g} a (V \sin. a - v \cos. a)^2$$

przyczem wielkość współczynnika (K) oznaczono z praktyki, ( $\gamma'$ ) = waga jednostki kubicznej powietrza atmosferycznego, (przy temperaturze = zero i ciśnieniu barometrycznemu w 760  $m/m$ , około  $\frac{1.3}{1000} = \frac{1}{769}$  wagi metra sześciennego wody,) oraz (a) wielkość powierzchni szprychy.

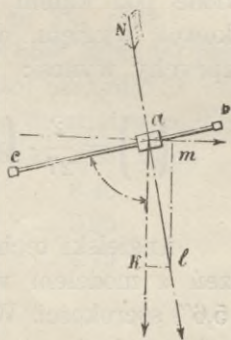
Następnie, (Rys. Nr 2). przedstawmy (N) za pomocą linii (ae); dla obliczenia użytecznej siły udzielonej skrzydłu, musimy ten napór rozłożyć na «kompensacyjną» (am) — która odpowiada kierunkowi chodu skrzydeł, oraz na (ak), leżącą w kierunku wału roboczego i powodującą napór i tarcie u tylnego czopa wału. Z tego wynika dla użytecznego naporu (p) w kierunku (am):

$$(p) = K \frac{\gamma'}{2g} a (V \sin. a - v \cos. a)^2 \cos a$$

i znowóż z tego, jeżeli użyteczną robotę silnicy oznaczymy literą (R.):

$$(R) = K \frac{\gamma'}{2g} a (V \sin. a - v \cos. a)^2 v \cos. a$$

którą zamienić można, jeżeli kątową szybkość równomiernych obrotów tarczy oznaczymy literą ( $\omega$ ) czyli ( $v = \omega x$ ) =



№ 2.

$$1.) (R) = K \frac{\gamma'}{2g} a (V \sin. a - v \cos. a)^2 \omega X \cdot \cos. a$$

co jednak oznaczy maksymalną dla:

$$2) \text{ tang. } a = \frac{2}{3} \times \frac{\omega X}{V} + \sqrt{2 + \left(\frac{3}{2} \times \frac{\omega X}{V}\right)^2}$$

i jeżeli  $(\omega) = \text{zero}$ , (to jest podczas położenia nieruchomego) wyniknie z tego:

$$\text{tg. } a = \sqrt{2} = 1.414$$

czyli:

$$(a) = 54^\circ 44'$$

identycznie prawie z wyliczeniem Parent'a ( $50^\circ 54'$ ).

Podług Coulomb'a, jeżeli  $(\omega) = 0.7$ ,  $(V) = 4.05$  i  $(X) = 2$  m. :  $(a)$  będzie równe  $60^\circ$ , oraz przy  $(X) = 12$  m.  $(a) = 81^\circ$ .

Drogą analityczną doszedł Euler do tychże rezultatów, przyczem ustanowił, że szprychy winne być ustawione pod kątem  $73^\circ$  i cała powierzchnia skrzydeł «łyżkowo» wygięta, oraz że suma pracy  $(L)$  na wszystkie szprychy wynosi:

$$(L) = \frac{2}{27} \cdot \left( n \gamma' \frac{bl}{rg} V^3 \right) \int_{a_0}^{a_1} da \left( \frac{\sin. a^4 - 4 \cos. a^4}{\cos. a^2 \sin. a^5} \right)$$

Angielski technik Smeaton wykonał szereg doświadczeń z modelem wiatraka o 4 skrzydłach  $21''$  długości i  $5,6''$  szerokości. Wyniki takowych opublikowano w «Experimental inquiry concerning the natural powers of wind and water» (1813 r.) Ustanowił on:

1) że dla nadania skrzydłom prawidłowego kształtu, należy ich długość rozdzielić na 6 części; pierwszą szprychę (od wału licząc) należy ustawić pod kątem  $= 19^\circ$ , drugą  $= 18^\circ$ , trzecią  $= 16^\circ$ , czwartą  $= 14^\circ$ , piątą  $12\frac{1}{2}^\circ$ , a ostatnią szóstą pod kątem  $7^\circ$ , przyczem wydaje się najwłaściwszem nadać płaszczyźnie skrzydeł kształt trapeza równoległego, którego równoległe strony stoją do siebie w stosunku  $5:3$ , oraz najszerszy bok nie mniejszy  $\frac{1}{3}$  całej długości machu.



2) Uważać należy, że maximum pracy mechanicznej, którą się daje osiągnąć, jest nieco mniejsze od sześciannu chyżości prądu powietrznego.

3) Działanie skrzydeł kształtem i wielkością identycznych, jest proporcjonalnem kwadratowi promienia, wskutek czego:

a) jeżeli się przydłuży skrzydło nie powiększając jednocześnie jego powierzchni, nie powiększy się siły, o ile bowiem zyskuje się podług prawa o dźwigni, traci się na zwolnieniu obrotu.

b) powiększając jednocześnie długość i szerokość, t. j. zachowując wzajemny stosunek obu, siła powiększy się z długością.

4) Szybkość obrotu zewnętrznych końców skrzydeł lubej konstrukcyi przewyższa znacznie chyżość prądu i przy wielkich tarczach często nawet do  $2\frac{1}{2}$  razy.

Porównując następnie użyteczną robotę skrzydeł różnych kształtów skonstatował Smeaton, że: skrzydło w całej swej płaszczyźnie równe i postawione do wiatru podług wskazówek Parent'a, pod kątem  $55^{\circ}$  dało 2.38 kgm.

dito	«	«	$75^{\circ}$	«	3.48	«
«	«	«	podług Maclaurina	«	3.95	«
skrzydła z lekką wklęsłością	«	«	«	«	4.79	«
przy powiększeniu powierzchni o $\frac{1}{4}$ za-						
pomocą dodanego na zewnątrz trój-						
kątnego kawała płótna	«	«	«	«	6.16	«

Francuski uczony Coulomb starał się obliczyć każdorazowy koeficient użytecznej pracy, przy jednostce kwadratowej powierzchni skrzydeł, przeprowadzając szereg obserwacyi jednocześnie w kilkunastu wiatrakach konstrukcyi «Hollenderskiej», w pobliżu miasta Lille, we Francyi. Identycznych rozmiarów i układu, skrzydła ich, 1.951 m. szerokości, opisywały koła 24,68 m. średnicy. Pierwsza szprycha mieściła się w odległości 1900  $m/m$  od wału roboczego i stała pod kątem  $60^{\circ}$ , środkowa pod kątem  $78^{\circ}$ , a ostatnia =  $84^{\circ}$ , przy 81.12  $m^2$ . ogólnej roboczej po-

wierzchni. Z szeregu obserwacji przytaczamy tę którą Coulomb uważał za najdokładniejszą, mianowicie:

Wiatraki poruszały po 6 «stępek» dla rozgniata-  
 nia rzepaku, ogólnej wagi = 2741 kilo. Każdy z nich  
 podnosił się po 26 razy na minutę, na wysokość 0.4872 m.,  
 co wynosi na sekundę . . . . . 578.6 kgm.  
 do tego dodać należy zwyczajną stratę na tarcie 49.0 «  
 dito przy uderzeniu palców podnoszących stę-  
 paki . . . . . 43.7 «  
 Ogółem . . . 671.3 kgm.

Ponieważ wiatr dął z chyżością 6.5 ms. a powierz-  
 chnia skrzydeł wynosiła 81.12 m<sup>2</sup>, otrzymano dla wyli-  
 czenia współczynnika (Y) w formule (R= YFV<sup>3</sup>).

$$671.3 = Y \cdot 81.12 \cdot (6.5)^3$$

a z tego:  $(K) = 0.0302$

oraz:  $(R) = 0.03FV^3$ .

(Chyżość wiatru mierzono puszcżając lekkie pióreczka).

Stwierdził Coulomb, że przy skrzydłach prawidłowo  
 ustawionych, stosunek między chyżością wiatru na se-  
 kundę (V) i ilością obrotów skrzydeł (U) na minutę, jest  
 prawie niezmiennym i przy skrzydłach wspomnianej wy-  
 żej długości metrycznej =

$$\frac{V}{U} = 0.52, \text{ czyli } (U) = 1.92.$$

Przy późniejszych obserwacjach stwierdził on na-  
 stępne wielkości wyrażone w metrach:

V	r $\omega$	$\frac{r\omega}{V}$	$\omega$	$\left( U \frac{30\omega}{\pi} \right)$	$\frac{U}{V}$	$\frac{V}{U}$
4.05.	9.42.	2.33.	0.758.	7.50.	1.85.	0.54.
6.05.	16.32.	2.51.	1. 36.	12.97.	1.99.	0.50.
6.10.	21.96.	2.41.	1. 83.	17.46.	1.92.	0.52.
średnio:		2.416.			1.92.	0.52.

Na zasadzie powyższych danych z łatwością wyli-



czyć można siłę danego wiatraka = (R) w kilogram-metrach, zaś  $(R = 0.03 FV^3)$ , przy wyrażeniu siły w koniach parowych = (N)

$$(N) = \frac{FV^3}{2500}$$

Jeżeli np.  $(F) = m^2$  i  $(V) = 6$  ms. otrzymamy:

$$(N) = \frac{17.280}{2.500} = 6.9$$

Przyjmując następnie ilość obrotów  $(U) = 1.92$  otrzymamy w przybliżeniu:

$$(U) = 1.92 \times 6 = 11.42.$$

Jeżeli zaś chyżość prądu  $(V)$  wynosi 7 m. s, otrzymamy dla tejże silnicy:

$$(N) = \frac{27440}{2500} = 10.9, \text{ oraz } (U) = 13.44.$$

Pragnąc wyliczyć potrzebną długość promieni przy 5 skrzydłach, jeżeli wiatrak ma mieć siłę 15 KP. przy prądzie 7 ms., (przytwierdzając pierwszą szprychę w odległości 2 m. od wału roboczego), będziemy potrzebowali ogólną powierzchnię = (F)

$$(F) = \frac{2500 \times 15}{343} = 109 \text{ m}^2$$

czyli po 21.8 m<sup>2</sup> dla każdego skrzydła. Jeżeli zaś pokryjemy każde skrzydło na długości 10 m., potrzebną będzie szerokość = 2.18 m.

Zamiast przyjętego przez Coulomb'a ( $K = 0.0302$ ), liczy Perels dla wieloskrzydłkowych silnic, z powodu znacznie mniejszych strat na tarcie przy prawidłowej konstrukcyi korpusu: (0.0005).

Hollenberg podaje dla tych silnic:

$$(N) = 0.0005 FV^3.$$

Ponieważ tylko  $\frac{1}{3}$  całej tarczy nie pokryta deszczulkami, możemy przyjąć dla silnic «amerykańskich»:

$$(F) = \frac{d^2\pi}{4} - \frac{d^2}{9} \times \frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{4} \times \frac{8}{9} d^2 = 0.6981 d^2$$

czyli dla poprzedniej formuły:

$$(N) = 0.0005 \times 0.6981 d^2 V^3 = 0.00033405 d^2 V^3$$

zatem (wyrażając (d) i (V) w metrach)

$$(N) = 0.00033 d^2 V^3.$$

W dziełku traktującym o silnicach systemu Hallady'a (Neuere Windräder, Leipzig 1885.) podaje A. Hollenberg następujące dane dla wyliczania siły motoru i odwrotnie, potrzebnej wielkości tarczy na daną siłę, przyczem przyjął za podstawę chyżość prądu 4 m. (nie zaś 7 m. jak to zwykli czynić fabrykanci wieloskrzydłkowych wiatraczków).

Widzieliśmy poprzednio że:

$$(N) = 0.00033 d^2 V^3$$

dla (V) = 4, jest: (V<sup>3</sup>) = 64,

$$(N) = 0.00033 d^2 64, \text{ czyli}$$

$$(N) = 0.02112 d^2,$$

wyrażając (d) w metrach.

Z tego wynika:

$$(d) = \sqrt{\frac{N}{0.02112}} = 6.88 \sqrt{N}$$

Powyższe formuły w praktyce stosują w następujący sposób:

Przykład a): Ile siły da nam wiatrak 20' = 6.1 m. średnicy, przy zwykłych warunkach?

Ponieważ ilość KP = (N) = 0.02112 d<sup>2</sup>, a (d) oznaczająca średnicę tarczy = 6.1 m, czyli (d<sup>2</sup>) = 37,21 więc:

$$(N) = 0.2112 \times 37.21 = 0.786 \text{ KP.}$$

Przykład b): Jaka musi być średnica tarczy dla  $\frac{3}{4}$  KP?

$$(d) = 6.88 \sqrt{N} = 6.88 \sqrt{0.75} = 6.88 \times 0.66 = 5.76.$$

Oznaczając normalne uderzenie prądu (N) o równą powierzchnię, której wielkość = (F), chyżość prądu = (V), wagę jednostki kubicznej powietrza = (γ) 1.25 kg, współczynnik (K) = 1.86, oraz ruch przyspieszony (g) = 9.8, po-



daje Fr. Neumann (*Die Windmotoren*, Weimar 1881) następujące formuły:

$$(N) = K \frac{V^2}{2g} F\gamma'$$

czyli dla wielkości hamującej = 1 m<sup>2</sup>.

$$(N) = 0.123 V^2$$

zaś przy (F) = 12 m<sup>2</sup>.

$$(N) = (0.123 \times V^2) \times 12$$

takoż:

$$(V) = 2.85 \sqrt{N}$$

Napór na 1 m<sup>2</sup>. określa Neumann:

przy (V) = 5 m. sek. — (N) =	3.1 kg.
6 » » »	4.5 »
8 » » »	7.9 »
10 » » »	12.3 »
20 » » »	49.2 »
30 » » »	110.7 »

Uwzględniając dalej, że wiatr jest produktem ciała elastycznego i wielkość fali powietrznej nieskończenie małą w porównaniu z powierzchnią skrzydeł, chyżość prądu po uderzeniu będzie = (V').

Jeżeli powierzchnia hamująca, (np. skrzydła wiatraka) odsunie się z szybkością (C):

$$(V') = 2C - V.$$

Ponieważ uderzenie ciała elastycznego nie powoduje utraty żywej sily, robota (R) przeniesiona na powierzchnię hamującą i pochodząca od masy powietrza (M) przy ( $\gamma'$ ):

$$(RC) = M\gamma' \frac{V^2}{2g} - M\gamma' \frac{(V')^2}{2g} = \frac{4 M\gamma' C}{2g} (V - C)$$

a uderzenie normalne:

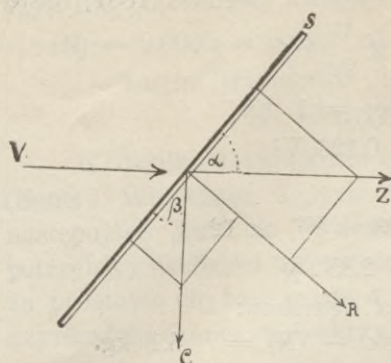
$$(N) = \frac{4 M\gamma'}{2g} (V - C)$$

Przy chyżości uderzenia = (V - C) zawartość = (f):

$$(M) = f (V - C)$$

więc:

$$(N) = 4 f \gamma' \frac{(V - C)^2}{2g}$$



№ 3

Jeżeli (V) nie natrafia na powierzchnię hamującą w sposób normalny ( $90^\circ$ ) lecz pod kątem ( $\alpha$ ), zamiast normalnego naporu w kierunku prądu (z), otrzyma się bocznesiły, mianowicie: normalną:

$$(R = Z \sin. \alpha.)$$

paralelną:

$$(S = Z \cos. \alpha.)$$

przyczem chyżość prądu rozkłada się na:

$$(V \sin. \alpha.) \text{ i } (V \cos. \alpha.).$$

Przy usuwaniu się powierzchni z szybkością (c) w kierunku pod kątem ( $\beta$ ) do pierwotnej pozycyi, (c) rozłoży się na:

$$(C \cos. \beta.) \text{ i } (C \sin. \beta.)$$

Chyżość ( $V \cos. \alpha.$ ) i ( $C \cos. \beta.$ ) nie mają znaczenia dla wielkości normalnego uderzenia. W poprzedniej formule

$$\left( N = 4 f \gamma' \frac{(V_s^2 - C)^2}{2g} \right), \text{ zamiast } (C) \text{ powinniśmy postawić}$$

( $C \sin. \beta.$ ) i jeżeli uwzględnimy że ( $\alpha = 90^\circ$ ) czyli, że ( $\sin. \beta = \cos. \alpha$ ) otrzymamy formułę:

$$(R) = 4 f \gamma' \frac{(V \sin. \alpha - C \cos. \alpha)^2}{2g}$$

Napor normalny rozkłada się znowóż na dwa poboczne:

$$T = R \sin. \alpha$$

$$P = R \cos. \alpha$$

Część (T) w kierunku wiatru powoduje tylko tarcie u tylnego czopa roboczego wału. Część (P) jest wpływem powodującym obrót z szybkością (C). Należy więc pomnożyć poprzednie równanie przez ( $C \cos. \alpha$ ) by otrzymać wielkość pracy (RC) prądu powietrznego na skrzydłach wiatraka.

$$(RC) = 4 f \gamma' \frac{(V \sin. \alpha - C \cos. \alpha)^2}{2g} C \cos. \alpha$$



Jeżeli złożymy wszystkie czynniki, które w ten sposób działają na skrzydła silnicy i jeżeli oznaczymy li-

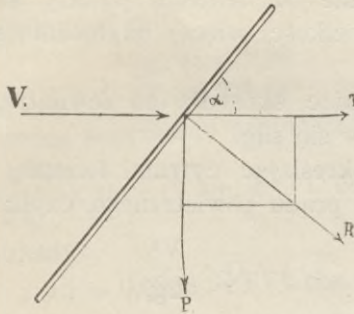


Fig. 4.

terą ( $n$ ) ilość skrzydeł, sumą użytecznej siły całego wiatraka =  $(L)$  da się określić w sposób następujący:

$$(L) = \frac{4}{2g} n \gamma' \sum \left( f (V \sin. \alpha - C \cos. \alpha)^2 C \cos. \alpha \right)$$

Ta formuła udowadnia, że użyteczność rośnie z chyżością prądu i powierzchnią skrzydeł. Następnie, by  $(L)$  nie spadło na zero, powinno być:

$$V \sin. \alpha > C \cos. \alpha, \text{ czyli } \operatorname{tg.} \alpha > \frac{C}{V}$$

oraz:  $\operatorname{Cos.} \alpha > 0, \text{ czyli: } \alpha < 90^\circ$

Absolutne maksimum użyteczności osiągnęłoby się, jeżeli ( $\alpha = 0$ ) i ( $V = \infty$ ), ponieważ to jednak nastąpić nie może, zachodzi pytanie, jaka powinna być wielkość ( $\alpha$ ) przy określonych wielkościach ( $V$ ) i ( $C$ ), dla doprowadzenia użytecznego rezultatu do względnego maksimum. Wielkość tą znajdujemy za pomocą formuły:

$$\operatorname{tg.} \alpha = \frac{3 C + \sqrt{9 C^2 + 8 V^2}}{2 V}$$

z tego wynika:

1) Z powodu stopniowego powiększenia szybkości chodu z oddaleniem elementów od centrum wału robo-

czego, powinien kąt ( $\alpha$ ) wciąż powiększać się (na zewnątrz) by osiągnąć maksimum użytecznej siły.

2) Odleglejsze od centrum punkty skrzydeł dadzą przy jednakiej wielkości więcej użytecznej siły, niż bliżej położone.

3) Rozszerzając skrzydła na zewnątrz, (od centrum licząc), powiększy się siłę.

Następnie określając cyframi formułę bezwzględego momentu napędu prądu powietrznego, czyli:

$$Q\gamma' \frac{V^2}{2g}$$

więc:  $g = 9.8$  oraz:  $\gamma' = 1.25$ ,

i wyrażając literą (Q) powierzchnię (F) podlegającą działaniu prądu w metrach kwadratowych, pomnożonych przez szybkość w metrach, więc:

$$Q = (F^2 V^3)$$

otrzymamy rezultat w kilogram — metrach:

$$L\alpha = 0,0637 \times F \times V^3$$

czyli w koniach parowych, po 75 kgm.

$$(R) = \frac{0,0637 \times F \times V^3}{75} = 0,00085 \times F \times V^3$$

zaś powierzchnię potrzebną dla siły 1 KP.:

$$(F) = \frac{75}{V \cdot 0,0637} = 4,76 \text{ m}^2.$$

Bezwzględny moment pracy płaszczyzny skrzydeł określamy przyjmując:

$$(C = 2,5 V) \text{ oraz: } (V = 6,28 \text{ m}).$$

1) Dla odleglejszej (od centrum) części tarczy:

$$(\text{tg} \alpha = 7,75,) \text{ czyli } (\alpha = 82^\circ 40')$$

2) Dla skrzydeł o promieniu 9,42 m., których koniec wewnętrzny zaczyna się w odległości 1,57 m. od centrum wału:



$$(C') = \frac{1,57}{9,42} \cdot 2,5 \cdot 6,28 - 2,61$$

odpowiada zaś kątowni ( $\alpha'$ )

$$\text{tg. } \alpha' = 2,16$$

$$\text{zatem: } (\alpha') = 65^{\circ} 15'$$

zaś po wyliczeniu poprzednio przytoczonej formuły:

$$(L = \frac{4 n \gamma'}{2 g} \Sigma (f \times (V \sin. \alpha - C \cos. \alpha)^2 C \cos. \alpha)$$

otrzymujemy:

$$(L) = 0,0338 \times FV^3 \text{ (kg. m.),}$$

co stanowi około 53% bezwzględnej siły prądu, z tych zaś traci się jeszcze około 20% na tarcie i t. p.

Porównanie układu szprych, zaczynając w odległości 2 m. od środka wału:

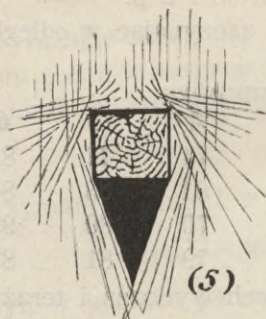
(Nr. szprychy):

	1	2	3	4	5	6
Smeaton:	72	71	72	74	77	83
Burg:	68	75	79	81	83	84
Schwahn:	60	61	64	70	80	92
Wiebe:	60	70	76	79	81	83.

Pomimo całej dokładności tych wyliczeń i terażniejszej akuratałości wywodów czysto teoretycznych, żalować należy, że nie posiadamy danych opartych na bezpośrednich pomiarach siły odpowiadającej oddzielnym momentom, przeprowadzonych zapomocą hamulca. Notowanie rzeczywiście wykonanej roboty, silnicami różnych układów, w przeciągu dłuższego czasu, równocześnie z graficznymi wykazami fluktacyi prądów powietrznych, mogą do pewnego stopnia zastąpić instrumentalne pomiary siły, są one jednak niedostateczne dla ułożenia bezwzględnych formuł.

Warstwy powietrza znajdujące się za płaszczyzną hamującą przelot wiatru, nie zachowują się indyferentnie. Za wieloskrzydłowemi tarczami tworzy się często szkodliwy wir, w niektórych zaś wypadkach prąd wprost przeciwny ogólnemu kierunkowi wiatru.

W roku 1898 ogłosił profesor La Cour interesujący odczyt przed Tow. Techn. w Kopenhadze, uwzględniając specjalnie możliwość stosowania wiatraków do bezpośredniego obracania machin dynamo-elektrycznych. Doświadczenia wykonane z silnicami różnych konstrukcyi, w zamkniętym lokalu, zapomocą sztucznego prądu (wentylatorem), wykazały, że w najlepszym razie użyteczna siła ma się do bezwzględnego naporu, jak 1:5, atoli przy prawidłowym kształcie i układzie skrzydeł, z pozostawieniem odpowiednich przelotów między desczulkami, siła odpowiadająca wielkości tarczy dojść może do 143,7%. (Najlepszy rezultat dała turbina wertykalna francuskiego inżyniera Bollée,

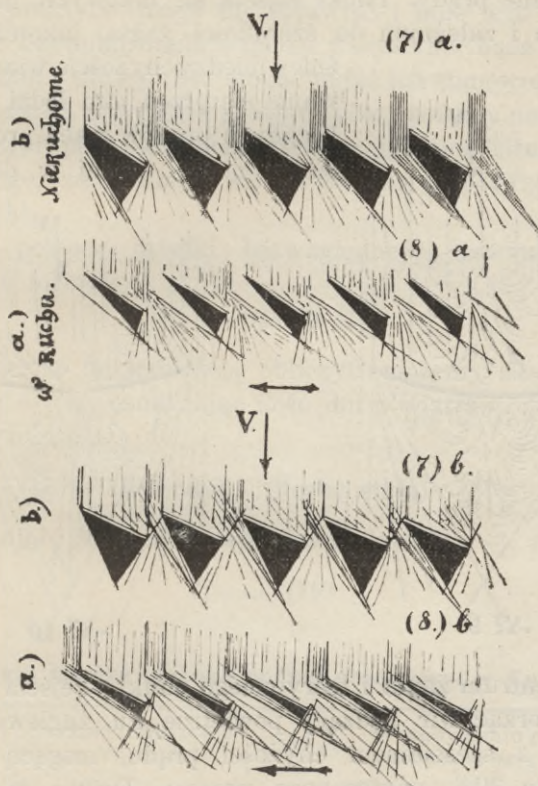


zwana »Eolienne«, mianowicie 20,7% w porównaniu do siły użytej dla wytworzenia prądu sztucznego).

Prąd płynący po obu stronach desczulki, porywa ze sobą i cząstkę powietrza znajdująca się natychmiast za nią, tworząc rozrzedzenie, czyli względną próżnię, i powoduje z odwrotnej strony »akcyę ssącą« na desczulkę. Spowodowana tem dodatkowa siła daje się przeważnie odczuć podczas położenia nieruchomego i wielkość jej w znacznej mierze zależy od kształtu ciała podlegającego naporowi, jak to widać na rys. nr. 5, przedstawiającym wielkość »indifferentnej« przestrzeni za słupem kwadratowym, i rys. nr. 6, za słupem okrągłym. Podczas ruchu obrotowego wiatrako-



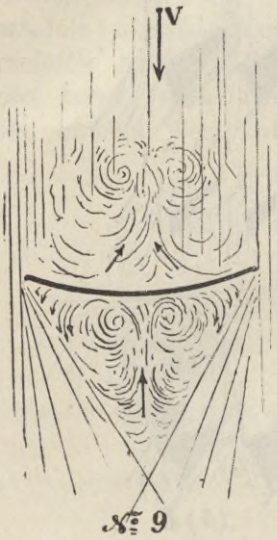
wej tarczy, deszczulki wrzynają się w prąd przed niemi płynący, który do pewnego stopnia zalewa zasłoniętą przestrzeń (rys. nr. 7 i 8, *a* i *b*, i może ją nawet całkiem zalać, jeżeli deszczulki ustawiono pod kątem zbyt ostrym;



jednak zaznaczyć należy, że podczas obrotu »akcja ssąca« nie zmniejsza się w stosunku do zmniejszenia przestrzeni pod deszczulkami, które posuwając się, raptownie odsłaniają przestrzeń z nieco już rozrzedzonym powietrzem i »akcja syfonowa« staje się gwałtowniejszą.

Oddawna zauważono, że okręty żaglowe poruszały się z większą szybkością po bitwie, t. j., po przedziurawie

niu żagli armatniami kulami. Niektóre wycigowe towarzystwa używają obecnie żagli z dziurą obszytą skórą. Wpływ dodatni pochodzi z dwóch przyczyn, 1) po bokach żagla zasłaniającego znaczną stosunkowo przestrzeń, przeplatują silne prądy. Punkt zejścia się takowych, jest dość odległym i zależnym do szerokości żagla, jakoteż od różnicy między chyżością wiatru i usuwania się przed nim łodzi. Częstki bocznych prądów tracą prosty kierunek mniej więcej w odległości



$\frac{2}{3}$  od centrum żagla i teoretycznego punktu zejścia się prądów, tworząc wir pędzący powietrze ku żaglowi, z siłą rosnącą z sześciąm chyżości prądu, mogącą sparaliżować do 30% użytecznego naporu. Dziura w centrum żagla daje swobodny przelot świeżemu prądowi (rys. nr. 9 i 10), który natrafia na same czoło wiru i przekształca gruntownie sposób zachowania się warstw powietrznych za żaglem. Uważać należy, by dziura nie była zbyt wielkich rozmiarów, mogłaby bowiem powodować znowu wiry poboczne. 2) Żagiel nabiera pod naciskiem wiatru położenia wklęsłego. Powietrze ślizga się po jego powierzchni i kieruje



ku środkowi, czyli najwięcej wklęsłemu miejscu. Jak poprzednio, tak i przed żaglem tworzy się wir kierunkiem przeciwny użytecznemu prądowi, działając jakby elastyczna poduszka.

W praktyce mogą się pojawiać i inne tego rodzaju poboczne czynniki, bądź wspólne wszystkim, bądź też specjalne danej silnicy. Nie mogąc objąć ich stanowczymi formułami, z całą pewnością polegać tylko możemy na danych dotyczących położenia nieruchomego, lub momentu wyjścia z takowego, zadawalając się co do reszty spostrzeżeniami z praktyki.

Za pomocą tabelki bezwzględnego naporu wiatru i stosując formułę:

$$(N) = 0,0005 FV^3$$

z dostateczną dokładnością obliczyć możemy siłę danego wiatraka — (L), oznaczając ilość dni z wiatrem określonej chyżości literą (D),

$$(L) = (\text{ilość dni}) \cdot (\text{liczba stała}) \cdot (V^3)$$

i przyjmując, że liczba stała równą jest: (I),

$$(L) = DV^3$$

**Następująca tabelka ułożona podług obserwacji w Cuxhavan.**

Ilość dni w roku:	Chyżość wiatru (V)	dito w kubie (V <sup>3</sup> )	(DV <sup>3</sup> =L)	W porównaniu z ogólną roczną ilością = %
21.	0.7.	0.343.	7.	0.01.
77.	2.1.	9.26.	713.	1.2.
99.	3.6.	46.7.	4623.	8.1.
77.	5.0.	12.5.	9325.	16.1.
48.	6.4.	262.	12576.	22.
25.	7.9.	493.	13325.	21.
11.	9.3.	804.	844.	15.
5.3.	10.7.	1225.	6492.	11.
1.4.	12.2.	1816.	2542.	4.4.
0.1.	13.6.	2515.	2513.	0.4.
0.03.	15.0.	3376.	1012.	0.2.
			57.800.	99.4. okrągło licząc.

Dla uzupełnienia przytaczamy parę tablic wyjętych z cenników Halladay'a i Corcoran'a, które nam służyć mogą jako rodzaj skorowidzu. Jak nas uczy mechanika, wydajność pompy zależy od objętości cylindra, lub cylindrów i chyżości poruszania tłoku. W pompach zwyczajnych współczynnik waha się między 75 i 85%, w niektórych pożarnych sikawkach zaś, przy doskonałej konstrukcyi, wydajność dojść może do 108%, przy odwrotnym chodzie tłoku bowiem, pewna ilość wody, parta żywą siłą, dodatkowo wpływa do cylindra. Kłapon pozostaje jeszcze przez chwilę otwartym, pomimo ruchu tłoku w jego kierunku. Wydajność pompy pojedynczej określamy formułą:

$$(A) = 0,9 \cdot \frac{3,14 \cdot S^2}{4} \cdot W \cdot P$$

przyczem (A) oznacza ilość wody, (S) średnicę cylindra, (W) długość tłoku, oraz (P) ilość skoków w minutę.

Jeżeli weźmiemy np. pompę 0,12 m. średnicy i 0,30 m. roboczej długości, powierzchnia tłoku wyniesie:

$$\frac{3,14 \cdot 12 \cdot 12}{4}$$

i poruszy on przy każdym podniesieniu ilość wody =

$$(A) = 0,9 \cdot \frac{3,14 \cdot 144}{4} \cdot 30 = 3052 \text{ cm.}^3$$

jeżeli tłok wykona 31 skoków, wydajność w minutę czasu wyniesie:  $3052 \cdot 31 = 94612 \text{ cm.}^3 = 0,094612 \text{ m.}^3$

Siła zużyta pompą równą jest wadze słupa wody danej wysokości i przekroju równego powierzchni tłoku. Z powodu tarcia w rurach należy powiększyć poprzednią cyfrę o  $\frac{1}{3}$ .

$$(R) = \frac{4}{3} \cdot \frac{3,14 \cdot S^2}{4} \cdot W \cdot 1000 \text{ kg.}$$

(R) oznacza siłę zużyta przy ruchu ssącym, (S) średnicę tłoka, (W) wysokość pionowego podnoszenia wody.



Przy użyciu dźwigni (koromysła), której część dłuższą oznaczymy literą (d), a krótszą literą (k):

$$(R) = \frac{1}{3} \cdot \frac{3,14 \cdot S^2}{4} \cdot W \cdot \frac{k}{d} \cdot 1000 \text{ kg.}$$

Przy pompach ssąco-tłoczących, do poprzednich dodać należy wysokość wytłaczania = (G):

$$(R) = 1,25 \cdot \frac{3,14 \cdot S^2}{4} \cdot W + G \cdot \frac{k}{d} \cdot 1000 \text{ kg.}$$

Następujące formuły posłużyć mogą dla bezpośredniego obliczenia czynników przy pompowaniu wody:

Jak poprzednio wyraża (F) wielkość roboczej powierzchni tarczy wiatraka, (d) średnicę takowej, czyli opisanego skrzydłami koła, (V) ogólną potęgę prądu powietrznego, (A) ilość wody w litrach, którą mamy podnieść w minutę czasu, (W) ogólną wysokość pionowego podnoszenia, (t. j. ssania i wytłaczania), (N) oznacza ilość koni parowych (po 75 kg. na 1 m. wysokości w sekundę czasu).

$$(N) = 0,0005 FV^3 = 0,00033 d^2 V^3 = \frac{AW}{60 \times 75}$$

$$(AW) = 1,485 d^2 V^3.$$

Dla (V) najwłaściwszem jest, jakśmy mówili poprzednio, przyjąć 4 m/s. zatem  $(V^3) = 64$ .

$$(AW) = 95 d^2, \text{ oraz:}$$

$$(d) = \sqrt{\frac{AW}{95}} = 0,1 \sqrt{AW} \text{ (dokładnie: } 0,1025 \sqrt{AW})$$

Na przykład: jaką powinna być średnica tarczy wiatraka dla podniesienia 227 litrów wody na 30,5 m. wysokości, przy (V) = 4 m.?

$$(d) = 0,1 \sqrt{AW}, (A = 227 \text{ W}) = (30,5 AW) = 6923,5$$

$$\text{średnica tarczy } (d) = 0,1 \sqrt{6923,5} = 0,1 \cdot 84 = 8,4 \text{ m.}$$

Przy obliczaniu ilości zużytej siły, z uwzględnieniem strat na tarcie, oraz niedokładności kłaponów do formuły:

$(N = \frac{AW}{60.75})$  należy dodać stały czynnik (a), który przy dobrych pompach wynosi 1,25, przy średnich 1,30, a przy zwykłych 1,50, wskutek czego rzeczywiście podniesiona ilość wody wyniesie:

$$(AW) = \frac{1,485 \text{ d}^2 \text{ V}^3}{1,5} \text{ do } \frac{1,485 \text{ d}^2 \text{ V}^3}{1,25} \text{ czyli:}$$

$$(AW) = 0,99 \text{ d}^2 \text{ V}^3, \text{ do } 1,189 \text{ d}^2 \text{ V}^3.$$

Przy  $(V) = 4 \text{ m.}$ , jest  $(V^3) = 64$  i będzie  $(AW) = 63,36 \text{ d}^2$ , do  $75,1 \text{ d}^2$ , z czego wynika:

$$(d) = \sqrt{\frac{AW}{63,30}} \text{ do } \sqrt{\frac{AW}{76,1}}$$

czyli:

$$(d) = 0,125 \sqrt{AW}, \text{ do } 0,115 \sqrt{AW}.$$

przeciętnie zaś:

$$(d) = 0,12 \sqrt{AW}.$$

W poprzednim przykładzie potrzebną będzie tarcza, przy uwzględnieniu współczynnika (a):

$$0,125 \cdot 84 = (10,5) \text{ do } 0,115 \cdot 84 = (9,66) \text{ m.}$$

Dla obliczenia jakiej średnicy pompę o działaniu pojedynczym potrzebować będziemy, której trzon jak zwykle wprost przytwierdzony do kolana wału roboczego, musimy przyjąć w rachubę  $(W')$ , czyli długość chodu tłoka, oraz  $(P)$  ilość skoków, czyli obrotów tarczy w minutę czasu,  $(S)$  oznacza średnicę tarczy wiatraka, którą określić pragniemy. Z powodu wyżej wymienionych strat dodajemy (1,25):

$$1000,000 \cdot 1,25 (A) = PW' \frac{S^2 \pi}{4}$$



$$S^2 = \frac{4 \cdot 1,25 \cdot A \cdot 1000000}{PW' \pi} = \frac{1591,5 A}{PW'}$$

Zaś dla pompy o działaniu podwójnem:

$$1000000 \cdot 1,25 A = 2 \cdot \frac{W' S^2 \pi}{4}$$

$$S^2 = \frac{4 \cdot 1,25 A}{2 PW' \pi} \cdot 1000000 = 795,7 \frac{A}{PW'}$$

Odwrotnie biorąc powyższy przykład, przyjmując średnio ( $W' = 0,381$ ), oraz (P), czyli ilość obrotów tarczy skrzydłowej = 20, otrzymamy:

$$S^2 = \frac{1591,5 \cdot 227}{20 \cdot 0,381} = 47114, \text{ co stanowi dla } (S) = 218 \text{ m/m.}$$

**Wydajność pompy ssącej w 10 skokach: (litry)**

Średnica pompy	długość cylindra w m/m.							
	102.	127.	152.	203.	254.	306.	381.	457.
40.	1.5.	2.	2.	2.5.	3.	4.	5.	6.
50.	2.2.	2.5.	3.	4.	5.	6.	7.5.	9.
60.	3.	3.5.	4.5.	6.	7.5.	8.5.	10.5.	13.
70.	4.	4.5.	6.	7.5.	9.5.	11.5.	14.5.	17.5.
80.	5.	6.5.	8.	10.5.	12.	15.5.	19.	23.
90.	6.5.	8.5.	10.	13.	16.5.	19.5.	24.5.	29.
100.	8.	10.	12.	16.	20.	24.	30.	36.
110.	9.5.	11.5.	14.	19.	24.	29.	36.5.	43.5.
120.	11.	14.	17.	23.	28.5.	34.5.	43.	51.5.
150.	18.	22.	26.5.	35.5.	44.5.	54.	77.	80.5.
180.	26.	32.	38.5.	51.5.	64.5.	78.	97.	116.5.
210.	35.	44.	52.	70.	88.	105.	132.	158.

**Użyteczny rezultat pracy w minutę czasu, przy 75% wydajności pomp i podnoszeniu na 1 m. wysokości.**

Średnica tarczy		Przy chyżości prądu w metr.-sekund.				
Stopy angiel- skie	Metry	2.	4.	6.	8.	10.
8.	2.44.	57	438	1500	3600	7080
10.	3.05.	84	660	2200	5400	10440
12.	3.66.	126	1022	3480	8280	16140
14.	4.27.	174	1380	4746	11160	21840
16.	4.88.	222	1800	6060	14510	28200
18.	5.49.	288	2280	7680	18120	35640
20.	6.10.	360	2880	9840	23160	45360
25.	7.62.	540	4320	14840	34740	67860
30.	9.14.	840	6660	22560	53400	104520
36.	10.97.	1140	9120	30840	73200	142800
40.	12.19.	1380	11220	37860	89700	175380
50.	15.26.	2160	17280	55080	138480	270480



## ROZDZIAŁ IV.

### Systemy silnic wiatrowych.

Istniejące dziś silnice wiatrowe należą do dwóch głównych kategorii, mianowicie: 1) z kilkoma dużymi skrzydłami, (niemieckie, holenderskie i t. p.); 2) systemu tak zwanego »amerykańskiego«, z wielką ilością skrzydełek, tworzących okrągłą, jednolitą tarczę naokoło wału silnicy. Obie kategorie, a szczególnie druga, posiadają wiele odmian, które niżej szczegółowo opiszemy. Wszystkie silnice dzielą się na trzy główne klasy:

*A)* Każdorazowo obracane do wiatru zapomocą rąk ludzkich;

*B)* Automatycznie obracające się w kierunku prądu powietrznego;

*C)* Jednakowo podlegające naporowi prądu bez względu na jego kierunek (koła horyzontalne).

*Klasa A* dzieli się znowóż na:

a) wiatraki »niemieckie« (Bockwindmühle) z kilkoma odmianami, z budynkiem w całości ruchomym naokoło wertykalnego słupa. (Dziś wyłącznie prawie używane w kraju Połudn.-Zachodn.);

b) wiatraki »holenderskie«, z ruchomą częścią górną, kołpakiem, czyli dachem, na budynku nieruchomym.

*Klasa B:*

c) wiatraki nieruchome, postawione na tratwach, lub łodziach. Właściwy kierunek do wiatru nadaje żagiel, pod prostym kątem ustawiony do skrzydłowej tarczy;

d) układu holenderskiego, powrót do wiatru skutecznie skrzydło kierownicze, ustawione jak żagiel w poprzednim przykładzie;

e) dito, z wiatraczkiem pomocniczym »Windrose«, czyli »róża wiatrowa«, powracającym odpowiednio kołpak za pomocą kombinacji trybów;

f) silnice systemów tak zwanych »amerykańskich«, z wielką ilością skrzydełek tworzących jednolitą tarczę naokoło roboczego wału. Dzielią się one na:

f') rozciągające się pod naciskiem zbyt silnego prądu (system Halladay'a),

f'') wymijające, czyli odchylające się za naporem (system Corcoran'a);

g) turbiny wertykalne, z podwójną tarczą, roboczą i kierowniczą, (typu »Eolienne« Bollée);

h) silnice ze skrzydłami kształtu łyżki, z wygiętymi spiralnie blachami i t. p. form specjalnych;

i) silnice »reakcyjne«, metalowe lub płóciennne, ze zdławieniem prądu powietrznego, (obecnie podane do opatentowania).

*Klasa C:*

k) koła horyzontalne, swobodnie stojące, różnych układów, z tablicami ruchomymi, żaluzjami, lub rozciągającymi się płóciennymi klapami;

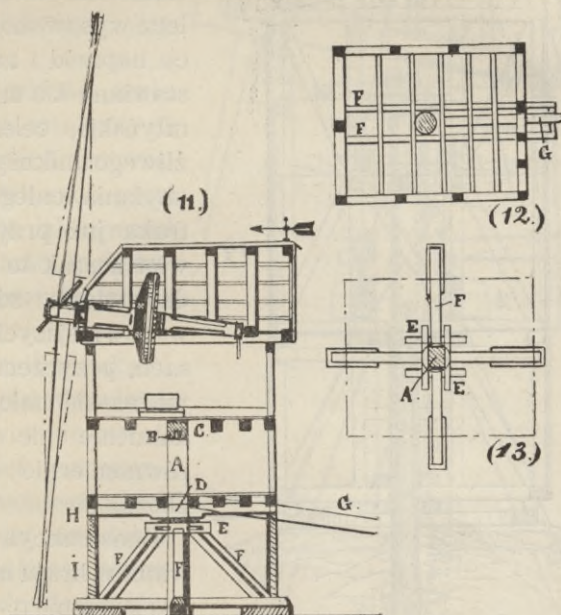
l) turbiny horyzontalne, w klatce, lub budynku, z kierowniczymi tabliczkami, kilku typów.

Każdy z tych systemów posiada swoje zalety i wady, żaden z nich zaś nie rozwiązuje zasadniczo kwestyi praktycznego stosowania siły prądów powietrznych.



### Klasa A. System niemiecki, (Bockwindmühle).

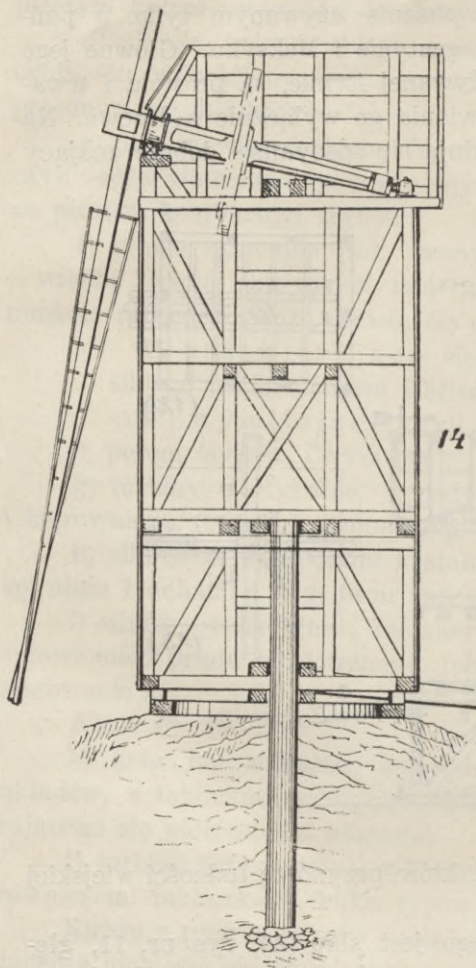
Najdawniejszy ten system, którego przedstawiają rys. nr. 11 do 15, jest obecnie używanym tylko w państwie rosyjskim, w Argentynie i Meksyku. Główne jego zalety, przy obecnie używanej formie, są prostota i trwałość oraz możliwość stawiania go wyłącznie z drzewa. Na Ukrainie wszędzie znajdują się specjaliści dobrze znający



budowę tych wiatraków, które przynoszą ludności wiejskiej dość znaczne dochody.

Osnową wszystkiego jest słup (A), rys. nr. 11, głęboko w ziemię zakopany, na którym, na czopie (B) obraca się bełek (C). O jedno piętro niżej, na kole, lub ramie (E), podparte czterema podwójnymi belkami (F), leży gruby bełek z drugim takimże kołem, lub ramą z 4 belek (D). Części nalegające starannie wygładzone i smarowane łożem.

Często, zamiast jednolitego słupa, stawiano 4 złączone ze sobą obręczami. Resztę konstrukcyi uwydatnia rysunek. Dawniej pokrywano ściany deskami tylko do miejsca (H)



tak, że pionowy słup i 4 podpory były widoczne. Obecnie sięgają ściany do ziemi. Środkowy słup umieszczano nie w centrum, lecz wysuwano go nieco naprzód i nad nim stawiano kamienie młyńskie, celem możliwego uniknięcia pochylania całego wiatraka już przy 9 m. wietrze, jak to się nader często zdarzało w dawniejszych czasach, przyczem krzywo na się nalegające kamienie nie mogły równomiernie mleć zboża.

Konstrukcyja używana w kraju naszym jest znacznie trwalszą. Zamiast pokładów (D i E) u pierwszego piętra, kładą duże drewniane koło, starannie heblowane i smarowane

łojem, na ziemi, na fundamencie kamiennym. Jak widać na rys. nr. 14, budynek wiatraka leży całą swą szerokością na tem kole, po którym trą podczas obrotu 4 starannie heblowane belki. Słup (A) niema czopa u góry i jest

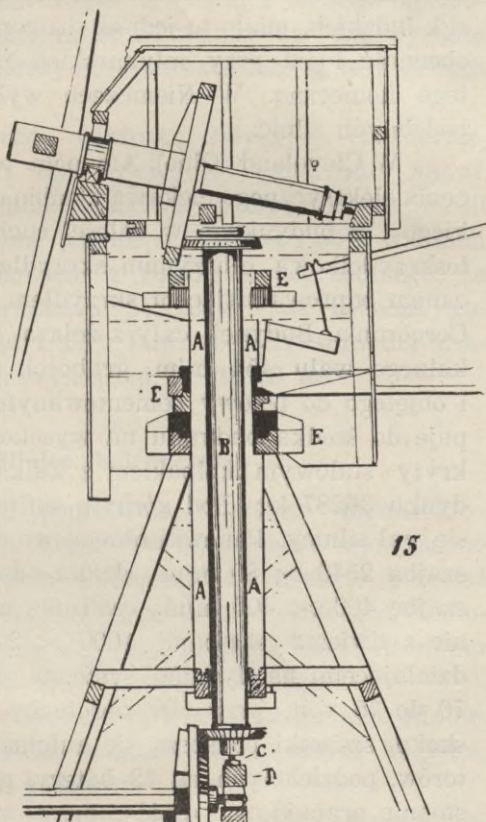


ciasno obramowanym czterema belkami. Nie potrzebuje on sięgać do  $\frac{2}{3}$  budynku, a tylko do pierwszego piętra, przy czem podpory (F) są zbyteczne, gdyż zastępują je ściany (i). W poprzednim przykładzie pokazuje rys. nr. 13, pozycję podpór (F) widzianych z góry. Schematyczny rys. nr. 14 dostatecznie wykazuje układ belek w wiatraku niemieckim większych rozmiarów.

Trudność umieszczenia większych młynarskich przyrządów w tak szczupłym budynku, jak również konieczność możliwego podnoszenia tarczy skrzydłowej nad otaczającymi budynkami, dla użytku siły wiatru

w natychmiastowej bliskości gospodarskich i zamieszkałych budynków, powodowały stopniowe podnoszenie fundamentów, które doszły do rozmiarów rzeczywistych wież. W uformowanym

tym sposobem dolnem piętrze, ustawiono młynarskie przyrządy, do których ruch przeprowadzono za pomocą długiego, pionowo zwieszającego się belka. W latach trzydziestych zeszłego stulecia urządzono silnicę przedstawioną na rys. nr. 15, która nader zadawalająco odpowiadała danemu celowi. Zamiast jednolitego pionowego słupa, czyli »króla«,



układano rodzaj rury z belek (A), mocno skręconych żelaznymi obręczami. Wewnątrz rury obracał się pionowy wał, u dołu stojący żelaznym czopem na takiejże podstawie i na belku (D). Ciężar budynku leżał na trzech skrętkach (E). Obrót do wiatru uskuteczniano także zapomocą rąk ludzkich, miało to jednak drugorzędne znaczenie, gdyż obecność ludzi przy młynarskich przyrządach była bez tego konieczną. W Niemczech wybudowano kilkanaście podobnych silnic.

W Cleveland (Ohio), Am. półn. wybudowano dla oświetlenia elektrycznego ciekawą kombinację systemu »niemieckiego«, z budynkiem w całości ruchomym, z tarczą wieloskrzydłkową, olbrzymim skrzydłem kierowniczem i bocznem odprowadzającym skrzydłem, podobnie do systemu Corcoran'a. Budynek cały z żelaza, leży na czopie wertykalnego wału 454 m/m. grubości, zakopanego w ziemię i objętego do połowy cementowanym murem. Wał występuje do środka budynku na wysokość 3,65 m. i jest przykryty stalowym kołpakiem z kulkami. Ogólna waga budynku 36287 kg. Pod górnym sufitem, (dachem), znajduje się wał silnicy. Panewki obręczowe, automatyczne. Główna szajba  $2540 \times 80$  m/m., działa pasem 380 m/m. szer. na szajbę  $400 \times 400$  m/m., osadzoną na drugim wale, wspólnie z dwiema szajbami  $1000 \times 200$  m/m., jednocześnie działającymi na dynamo systemu »Brusch«, (12 kilowatt, 70 do 75 volt, przy 500 obrotach). W razie raptownego skoku, szczotki podnoszą się automatycznie. 408 akumulatorów, podzielonych na 12 baterii po 34, nabijają się i następnie pracują na »ilość«, przy wydajności 100 ampergodzin. Zwykle oświeca się 100 lamp, od 10 do 50 świec, liczba ta może w razie potrzeby być doprowadzona do 350, oraz 2 lampy łukowe i 3 małe dynamo-motory. Główny wał roboczy ma 6 m. długości przy 164 m/m. średnicy. Tarcza skrzydłkowa składa się z 144 deszczulek, z ogólną powierzchnią 167 m.<sup>2</sup>, przy średnicy 17 m.

Jest to jedyny znany nam okaz »niemieckiego«



mieckiego« wiatraka w całości z żelaza. Tarcza jest również jedną z największych na świecie. Pomimo jakoby bardzo zadawalających rezultatów, całość kombinacji nie wydaje nam się logiczną, gdyż znacznie prościej byłoby użyć rodzaju »holenderskiego« kołpaka, z tarczą wspomocniczą, (Windrose), gdyż nader niebezpieczną może być dla trwałości budynku olbrzymia powierzchnia kierowniczego skrzydła.

Siła »niemieckiego« wiatraka zwykłych rozmiarów, wynosi od  $5\frac{1}{2}$  do  $7\frac{1}{2}$  KP. »Scientific American« nieraz wspominał o wiatrakach z kilkoma skrzydłami, o sile 30 a nawet 50 KP., są one jednak rzadkością i zbyt wielkich rozmiarów, wiemy bowiem z rozdziału poprzedniego, że przy zwykłych warunkach potrzebną jest robocza powierzchnia  $12 \text{ m}^2$  dla 1 KP. Powierzchnia skrzydeł wiatraków włosciańskich wynosi od 55 do  $80 \text{ m}^2$ .

### B. Silnice »holenderskie«.

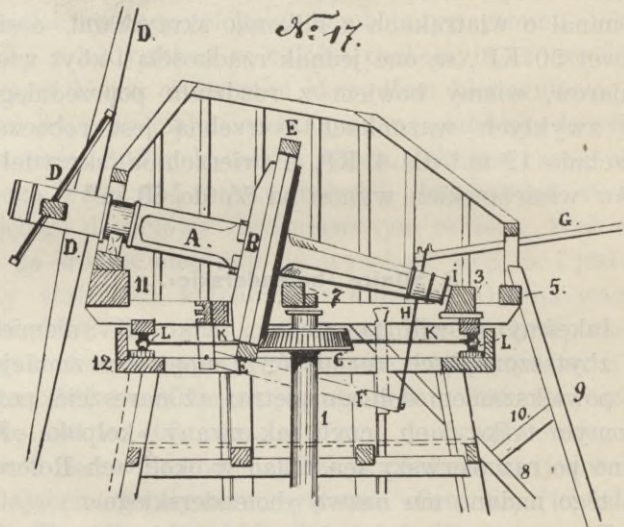
Jakżeśmy mówili poprzednio, wiatraki »niemieckie« były zbyt szczupłych rozmiarów i stopniowo zmniejszano je, z powiększaniem dolnego piętra, aż nareszcie pozostał ruchomym tylko dach, czyli tak zwany »kołpak«. Zastosowano po raz pierwszy ten układ w okolicach Rotterdamu i dla tego nadano mu nazwę »holenderskiego«.

Tego systemu właściwie są wszystkie żelazne silnice. Rys. nr. 17 przedstawia szematyczny przekrój kołpaka, a nr. 18 układ belek widzianych z góry.

Na budynku okrągłym, jeżeli takowy postawiony z kamieni, lub ośmiościennym, jeżeli wiatrak drewniany, leży drewniane koło rys. nr. 17, (12), ulepszoną formę, którego pokazuje rys. nr. 20 (β). Kołpak nalega na (β) takimż kręgiem (α), między obydwoma zaś znajdują się rolki (γ'), złączone ze sobą dwiema grubymi żelaznymi obręczami, jak to widać na rys. nr. 20 (Z); komplet rolek na wertykalnych osiach (γ<sup>2</sup>) utrzymują całość we właściwym poło-

żeniu, w czem dopomaga im koniczny kształt leżących rolek. Powrót do wiatru uskutecznia się rękoma, zapomocą zwieszającego się belka (9) z poprzeczkami (8 i 10). Resztę konstrukcyi uwydadnia rysunek, przyczem (E) halma.

W porównaniu do »niemieckiego«, przedstawia układ »holenderski« tą wielką dogodność, że wielkość budynku może prawie być nieograniczoną, posiada zaś mniej trwałości od poprzedniego, brakuje mu bowiem środkowego »króla«. Konicznym rolkom dają zwykle 5 do 7" średnicy,



rolkom ( $\gamma^2$ ) = 7". Obręcze żelazne wstrzymujące rolki ( $\gamma^1$ ) =  $\frac{3}{8} \times 1\frac{1}{2}$ ". Średnica kołpaka zwykle od 4 do 6 m.

Należy zwracać najstaranniejszą uwagę, by dolny krąg kołpaka leżał na kręgu budynku ściśle horyzontalnie. Całe belkowanie musi być najstaranniej związane. Zwykle budują takie wiatraki zwiężające się ku górze, w stosunku 5:2, lub conajmniej 3:2.

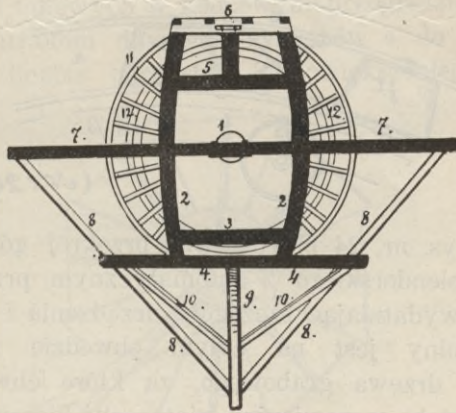
Dla obracania wiatraków obu poprzednich systemów używają przenośnej drewnianej windy, rys. nr. 21, z łańcuchem czepianym za dyszel wiatraka, naokoło którego



w różnych odstępach zakopują 12 arszynowych słupów (zakopanych w ziemię na głębokość 1 m.), za które czepiają winę.

### C. Wiatraki na łodziach.

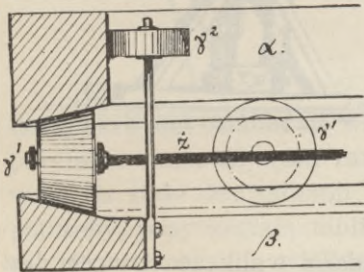
Wiatraków na łodziach bliżej opisywać nie będziemy, w nader rzadkich bowiem wypadkach dadzą się stosować w kraju naszym. Nie przedstawiają one osobliwości. Tratwę lub łodzię przytrzymuje na miejscu kotwica z łańcuchem, całość zaś obraca się do wiatru automatycznie, zapomocą dużego żagla umieszczonego pod prostym kątem do skrzydeł roboczych.



№ 18.

d) Wiatraki holenderskie ze skrzydłem kierowniczym

różnią się od poprzednich, opisanych pod literą (b), w tem, że obrót do wiatru uskutecznia się automatycznie.



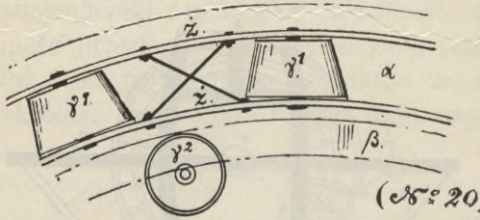
№ 19

Wielkość i kształt skrzydła opiszemy bliżej w rozdziale o silnicach Halladay'a. Skrzydło działa zada-

walająco przy mniejszych silnicach, przy większych, zaś, prócz niebezpieczeństwa pochodzącego od wielkości płaszczyzny wystawionej na uderzenie wiatru, potrzebnem byłoby skrzydło zbyt wielkich rozmiarów dla zwalczania

robotycznego obciążenia trybów mechanizmu. Celem uniknięcia tych niedogodności zastosowano:

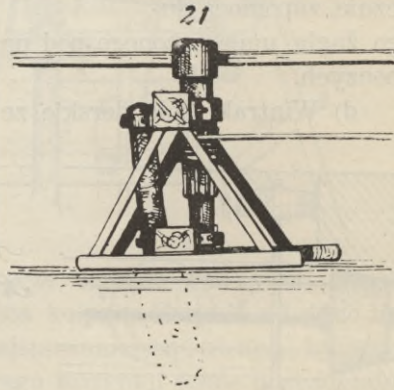
e) »Windrose«, czyli wiatraczek pomocniczy, którego przedstawia szematyczny rys. nr. 23. Przy zmianie



kierunku prądu działającego na tarczę silnicy, wiatr natrafia na tarczę »Windrose«; system trybów powoduje obrót kołpaka na powrót do wiatru.

Rys. nr. 24 przedstawia przekrój górnej części wiatraka holenderskiego z automatycznym przyrządem trybowym, uwydatniając szczegóły urządzenia i układ trybów. Krag dolny jest na całym obwodzie zaopatrzony w zęby z drzewa grabowego, za które chwyta tryb poruszany sztabą transmisyjną wiatraczka kierowniczego. Przy bardzo

wielkich tarczach amerykańskich często dają podwójną »różę powietrzną«; ukośnie do siebie ustawione tarcze zaczynają działać już przy zupełnie nieznacznym zбочeniu robotycznego prądu. Dla obracania wiatraka rękojma, niezależnie od »Windrosy«, służy korba (ż), zamiast której, (lub jednocześnie), służy drewniany walik ze sznurem bez końca, zwieszającym się do dolnego piętra.

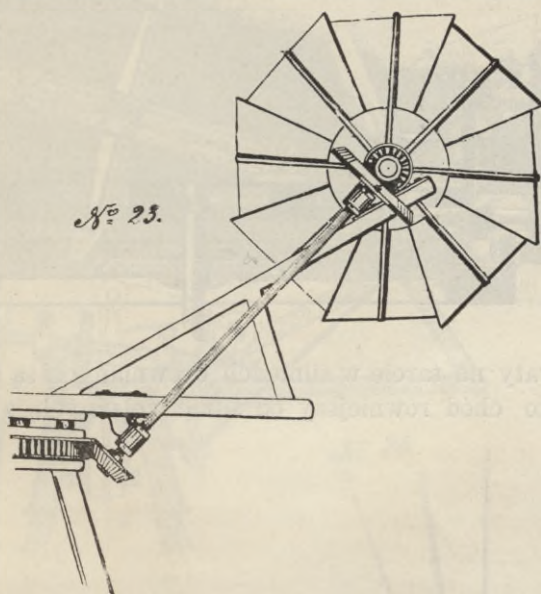


»Halma« dla zatrzymania silnicy składa się zwykle z obramowania drewnianego, z 6 kawałków, złączonych ze sobą metalowymi zawiasami, lub grubymi skórzanymi pasami, lub też z dwóch wygiętych belek, ściskających



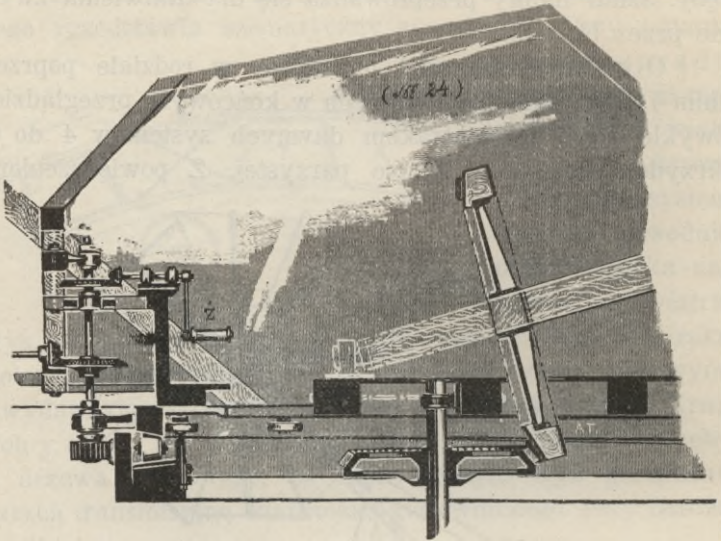
główny tryb, lub takiejże średnicy drugie drewniane koło, osadzone na roboczym wale, jeżeli tryb posiada sztorcowe zęby. Sznur halmy przeprowadza się dla ułatwienia zwykle przez bloczek.

O kształcie skrzydeł mówiliśmy w rozdziale poprzednim i powrócimy do takowych w końcowym przeglądzie. Zwykle daje się wiatrakom dawnych systemów 4 do 6 skrzydeł, to jest w liczbie parzystej. Z powiększeniem

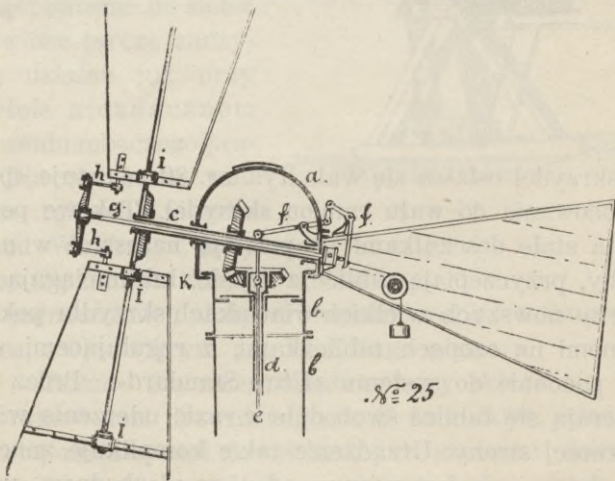


ilości skrzydeł osłabia się wał. Rys. nr. 80 pokazuje sposób przymocowania do wału ramion skrzydeł. Takowe pokrywają na stałe deszczułkami do połowy, nareszcie w miarę potrzeby, przyczepiają tablice z dranic, lub naciągają płótno. Przy nowszych wielkich wiatrakach skrzydła pokryte ruchomymi na czopach tabliczkami, z regulującymi sztabami, podobnie do systemu »Ultra-Standard«. Prócz tego roztwierają się tablice swobodnie w razie uderzenia wiatru z odwrotnej strony. Urządzenie takie komplikuje znacznie konstrukcję i nie jest naszym zdaniem niezbędnem, ponie-

waż wielkich silnie używają prawie wyłącznie dla melcia zboża i t. p., przyczem obecność ludzi jest konieczną.



Straty na tarcie w silnicach drewnianych są znaczne, lecz zato chód równiejszy od silnic żelaznych, z powodu

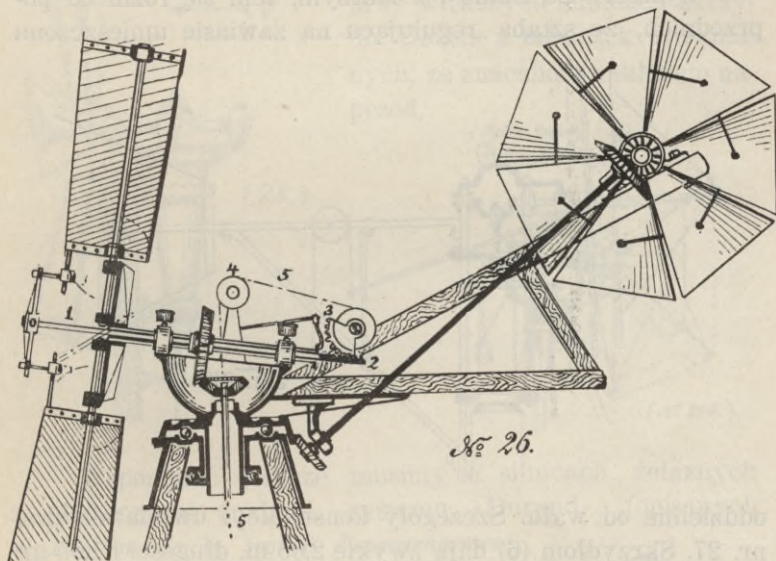




mniejszej elastyczności i znacznego rozmachu długich i ciężkich skrzydeł.

Z rozwojem techniki, zamiast drzewa zaczęto używać żelaza i do budowy silnic wiatrowych. Kilka silnic, które tu opiszemy, stanowią przechód od dawnych drewnianych do tak zwanych »amerykańskich«, których wyższość polega na większej stosunkowo roboczej powierzchni.

Rys. nr. 25 przedstawia przekrój niewielkiej żelaznej

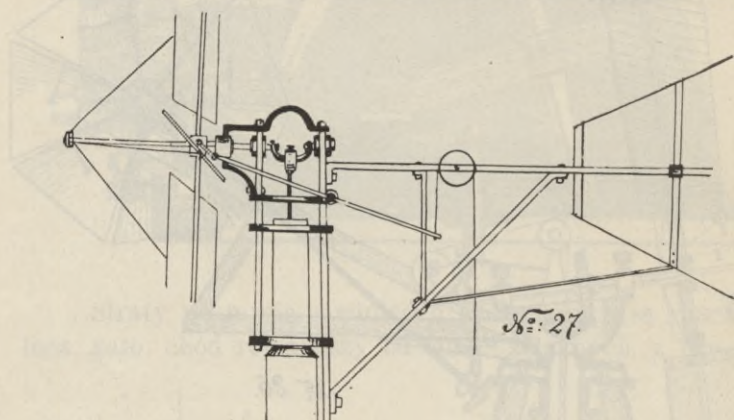


silnicy z blaszanymi skrzydłami. Ruchomą jest część (A) leżąca, jak kołpak holenderskiego wiatraka, na nieruchomej rurze (b). Wał roboczy stanowi żelazna rura (c), przez którą przechodzi sztaba regulatora (g), która pod naporem wiatru na skrzydła podaje się i następnie obraca, odwracając napowrót skrzydła wiatraka do wiatru zapomożą rękojeści (h). Tarcie w punkcie (k) nie jest znaczne, ponieważ kołpak (a) głównie nalega na tryby. Sztaba (e), wewnątrz pionowego wału transmisyjnego, zakończoną jest u spodu odpowiedniej wielkości popławkiem, który odchyła skrzydła

w razie nadmiaru wody w zbiorniku umieszczonym na wieży silnicy.

Podobną jest silnica F. Zimmermanna i Co. w Halle n./S., przedstawiona na rys. nr. 26, z wiatraczkiem kierowniczym. Korpus obraca się na stalowych kulach. Zamiast kilku blaszanych skrzydeł, w nowszych czasach budują tą silnicę z wieloskrzydłową tarczą, podobną do systemu »Ultra-Standard«.

System »Le Blanc«, z Marsylii, tem się różni od poprzednich, że sztaba regulująca na zawiasie umieszczona



oddzielnie od wału. Szczegóły konstrukcyi uwydatnia rys. nr. 27. Skrzydłom (6) dają zwykle 2,05 m. długości i 1,05 m. szerokości, z ogólną powierzchnią 12 m.<sup>2</sup>, (około 1 KP.). Promień korby wału = 80 m/m., daje pompie 160 m/m. skoku i przy 230 m/m. tłoku, może ona podnieść, 6,2 litry wody w sekundę czasu. Wydajność takowej określa się zapomocą następczej formuły: (W = oznacza wysokość podnoszenia):

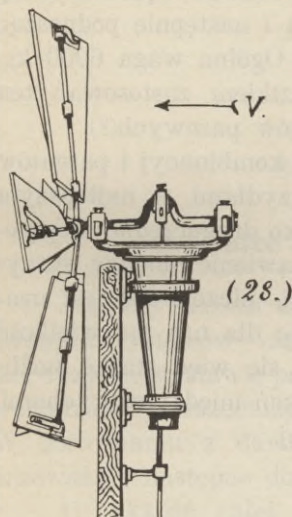
$$1 = \frac{4/3 \cdot 0,0062 \cdot W \cdot 1000}{75}$$

czyli:

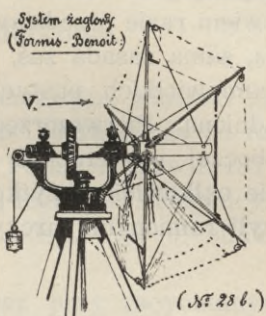
$$(W) = \frac{75 \cdot 3}{4 \cdot 0,0062 \cdot 1000} = \text{około } 9,1 \text{ m.}$$



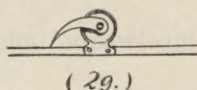
Rys. nr. 28, przedstawia małą francuską silnicę, opisaną w t. III, *Paynes Panorama*. Prąd powietrza uderza z tyłu, to jest w stronę odwrotną tarczy i obrót do wiatru skuteczniejsza się bez dodatkowych przyrządów. Regulowanie naporu nader proste, zapomocą sprężynek na każdym skrzydle (rys. nr. 29).



System »Dellon« podobny do poprzedniego z tą różnicą, że przy większych silnicach skrzydła złożone z tabliczek drewnianych, ze znacznym nakłonem naprzód.



Wspomnieć jeszcze musimy o silnicach żelaznych z płóciennymi żaglami, systemu »Durand«, (opisanych w *Bulletin de la société d'encouragement*, Paryż, 1853.) — »Bernarda« w Lyon, (w *Dinglers Polyt. Journal*, 1861, str. 161), w którym zapomocą regulatora z kulami przesuwa się punkt działania na dźwignię pompy, odpowiednio sile i chyżości prądu, zmniejszając lub powiększając długość skoku, oraz robocze obciążenie silnicy. System »Formis-Benoit«; rys. nr. 28 b, posiada przed tarczą przedłużenie wałowej rury o jakie 700 m/m. Płócienne żagle przytwierdzone jedną stroną do szprychy, swobodny koniec zaś złączony mocnym szpagatem z bloczkiem na końcu przeciwległej szprychy, następnie zaś przez



wnętrze wałowej rury, z odpowiednim ciężarkiem, którego waga reguluje wysokość pożądanego naporu.

W technicznych miesięcznikach francuskich opisano wiatrak na przewoźnej wieżyczce, systemu »Lucet«, z tarczą złożoną z blach wygiętych, sięgającą do ziemi. Całość ustawia się na dwóch kolejowych relsach i przewozi się, układając parę relsów przed silnicą i następnie podnosząc tą parę, z której silnica zjechała. Ogólna waga 6000 kg. Jakoby udało się z najlepszym skutkiem zastosować ten przyrząd do orki, podobnie do pługów parowych(?)

Pomijamy setki różnorodnych kombinacji i patentów dotyczących silnic z kilkoma skrzydłami, w najlepszym bowiem razie przedstawiają one tylko drugorzędne ulepszenia, sama zasada zaś, czyli pozostawienie między skrzydłami wielkich pustych przestrzeni, niczem nie jest uzasadniona. Pierwszorzędne znaczenie dla nas ma wielkość roboczej powierzchni, powinniśmy się więc starać możliwie całkowicie zużytkować przestrzeń między szprychami, czyli ramionami tarczy skrzydłowej.



## ROZDZIAŁ V.

### f) Silnice wieloskrzydłkowe.

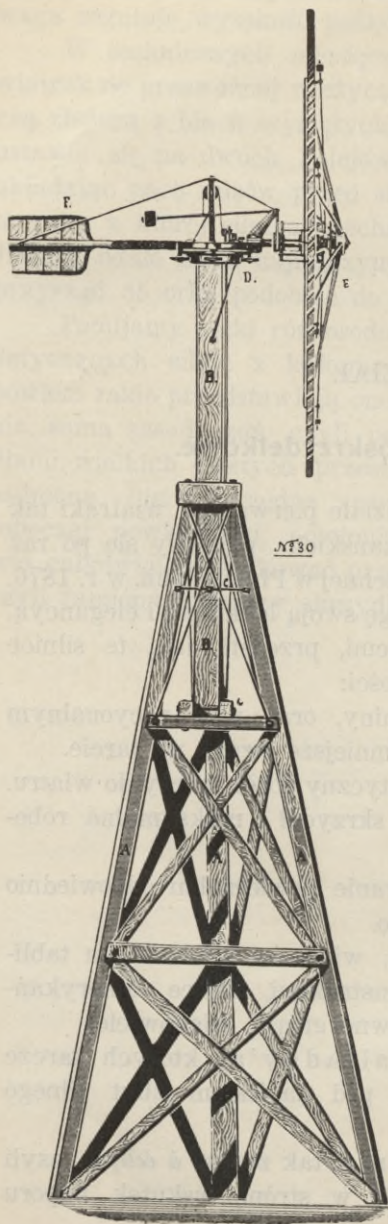
Jakieśmy mówili w rozdziale pierwszym, wiatraki tak zwanych systemów »amerykańskich« pojawiły się po raz pierwszy na wystawie powszechnej w Philadelphii, w r. 1876, wzbudzając powszechną uwagę swoją lekkością i elegancją. W porównaniu z dawniejszemi, przedstawiają te silnice przeważnie następujące dogodności:

- 1) Lekkość całej maszyny, oraz przy racjonalnym kształcie korpusu, znacznie mniejsze straty na tarcie.
- 2) Nader łatwy automatyczny obrót tarczy do wiatru.
- 3) Racjonalny kształt skrzydeł i maksymalna robocza powierzchnia tarczy.
- 4) Prawidłowe regulowanie powierzchni odpowiednio naporowi prądu powietrznego.

Niezależnie od kształtu, wielkości oddzielnych tabliczek i innych odrębności konstrukcyi, silnice »amerykańskie« dzielą się na dwie główne grupy, mianowicie:

f') podług systemu Halladay'a, których tarcze skrzydłowe rozkwierają się pod naciskiem zbyt silnego prądu, i

f'') systemu Corcoran'a, tak zwane *à éclipse*, czyli »wymijające«, odwracają się w stronę wskutek naporu prądu na boczne skrzydło.

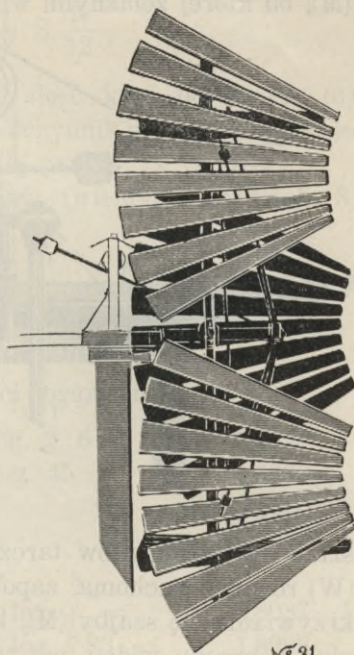


### f) System Halladay'a.

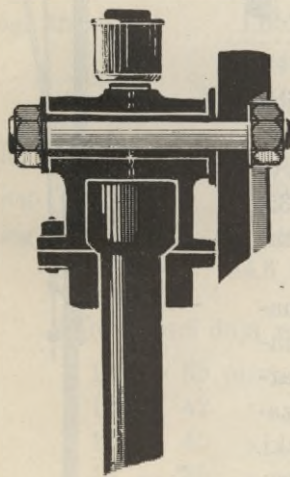
Wystawiony w Philadelphii przez »Tow. budowy silnic wiatrowych i pomp wodnych« w Batawia, Illinois, (Am. półn.), wiatrak systemu Halladay'a przedstawia rys. nr. 30, w formie budowanej przez fabrykę M. Schabawer i Co. w Castres, we Francyi. Pokazujemy go na trójkątnej drewnianej wieżyczce, złożonej z 3 stojących belek (A), 230 m/m., czyli 9'' grubości i 6 m. długości nad ziemią, postawionych na kamiennych fundamentach, w które zamurowano 2 m. kawałki żelaznych rels kolejowych. Drewniane poprzeczki mają po 125 m/m. = 5'' grubości. U wierzchu rusztowania występuje pionowo na 2 m. dębowy słupek (B), 253 m/m. = 10' grubości i 4 m. ogólnej długości. Dolna 2 m. część umocowana dębowymi poprzeczkami i żelaznymi sztabami (C). Na słupie (B) przytwierdzono roboczy mechanizm (D), z tarczą skrzydłową (E) i skrzydłem kierowniczym (F). Wysokość wału roboczego nad ziemią 8 m.



Mechanizm roboczy, którego przekrój i szczegóły przedstawiają rys. 31 do 38, składa się z okrągłego, tocznego zewnątrz żelaznego korpusu (B), przytwierdzonego do słupa (A), (lub do dwóch słupów, jak to zwykle urządzą przy większych silnicach). Na tym korpusie, czyli podstawie, umieszczają także wielkości żelazną ramę (C), obracającą się na jego powierzchni za pomocą 5 rolek (D), których rozmieszczenie widać na rys. nr. 37. 4 boczne rolki (D') obracają się naokoło



№ 31.

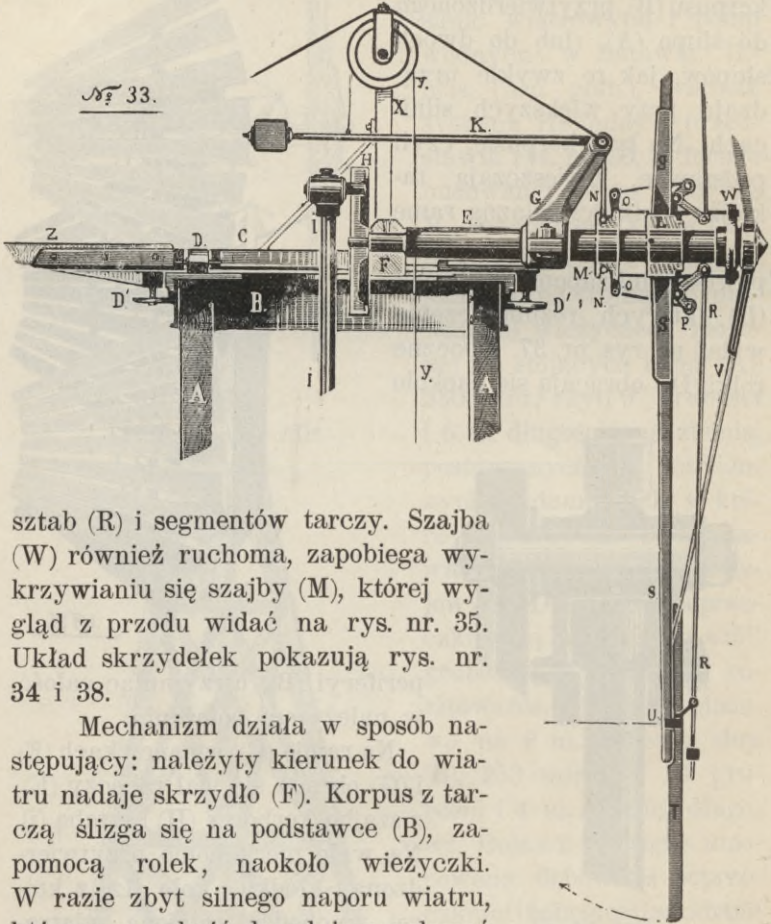


Rys. nr. 32.

periferyi (B), utrzymując całość w należytem położeniu.

Na ramie (C), w panewkach (F) i (G) obraca się wał roboczy (E), z szajbą korbową (H) i sztabą (i). Na wale nieruchomo przytwierdzona »klódka« koła (L), z której wychodzą ramiona wiatrakowej tarczy (S). Skrzydełka drewniane (T), 1300 m/m. długości, przytwierdzone po 8 do drewnianych poprzeczek, obracających się w panewkach (U), na końcach ramion (S), rys. nr. 36. Sztaby żelazne (R) utrzymują skrzydłowe segmenty w roboczym położeniu.

Nakrywka panewki (G) służy za podstawę dla dźwigni (K), która końcem (N) obchwytuje ruchomą na wale szajbę (M), od której żelaznymi winklami (O i P) reguluje się ruch



sztat (R) i segmentów tarczy. Szajba (W) również ruchoma, zapobiega wykrzywianiu się szajby (M), której wygląd z przodu widać na rys. nr. 35. Układ skrzydełek pokazują rys. nr. 34 i 38.

Mechanizm działa w sposób następujący: należyty kierunek do wiatru nadaje skrzydło (F). Korpus z tarczą ślizga się na podstawie (B), za pomocą rolek, naokoło wieżyczki. W razie zbyt silnego naporu wiatru, którego wysokość dowolnie regulować można zapomocą ciężarek na końcu dźwigni (K), oddzielne segmenty tarczy stopniowo odchylają się na tył i dochodzą do położenia pokazanego na rys. nr. 31, powracając następnie do normalnej roboczej pozycji, przy zmniejszeniu naporu.



Grubość roboczego wału oblicza się podług formuły:

$$d = 7,93 \sqrt[3]{S \frac{N}{12}}$$

(d) oznacza średnicę wału, (N) ilość koni parowych, (n) ilość obrotów w minutę, (S) współczynnik pewności, (zwykle 4 do 6). Dla (N) przyjęliśmy siłę przy 7 m. chyżości.

Naprzykład dla 14' tarczy: (wiemy z rozdziału 3, że (n) = 45,)

$$d = 7,93 \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 4}{45}} \text{ do } 7,93 \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 6}{45}}$$

Wyliczając to dla łatwości logarytmicznie:

log. 2 . 4 = 8 = 0,9031	log. 2 . 6 = 12 = 1,0792
log. 45 = <u>1,6532</u>	log. 45 = <u>1,6632</u>
0,2499—1	0,4260—1
3 : 2,2499—3	3 : 2,4260—3
log. $\sqrt[3]{}$ = 0,7500—1	log. $\sqrt[3]{}$ = 0,8087—1
log. 7,93 = <u>1,8993</u>	log. 7,93 = <u>1,8993</u>
log. d = <u>1,6493</u>	log. d. = 1,7080
d = 44,6 m/m.	do: 51 m/m.

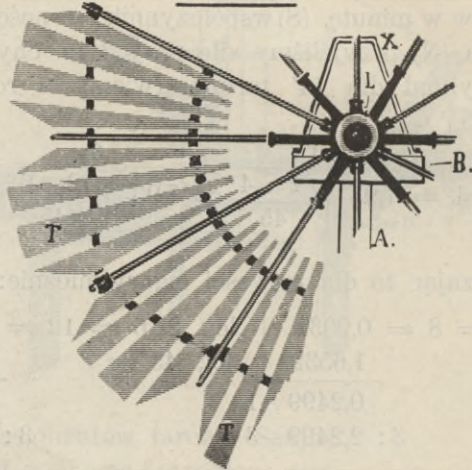
Fabrykanci dają wałom zwykle następujące grubości:

10' — 35 m/m.	20' — 70 m/m.
12' — 42 »	25' — 85 »
14' — 45 »	30' — 100 »
16' — 55 »	36' — 135 »

Ramiona tarczy umocowują w żłóbkach żelaznych zapomocą trzech śrub, z pewnym nakłonem naprzód. Średnica gwiazdy utworzonej tymi żłóbkami, wynosi przy tarczy 10' — 480 m/m. i dochodzi do 1200 m/m. przy tarczach 40'. Ramion zwykle 6 do 8, z dębowego drzewa,

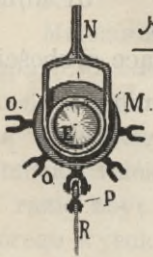
lub jesieniny parzonej i zanurzanej we wrzącym oleju. Schabawer używa dla tarczy 10' dębowe ramiona (30.56m/m). Zdarzyło się w okolicach Bourges, że taką silnicę połamała burza. Zwołana komisya ekspertów zbadala i w następu-

№ 34.



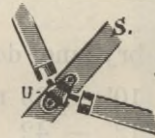
jący sposób określiła momenty towarzyszące połamaniu, mianowicie:

Wiatr działał w odstępnie 1000 m/m. od miejsca złama-



№ 35.

nia. Jeżeli przy-  
jąć krytyczną  
granice elastycz-  
ności 1 m/m.<sup>2</sup>  
= 1 kg., siła dzia-  
lająca na skrzydła w chwili złama-  
nia wynosiła 11,5 kg. jak wynika z na-  
stępnego rachunku:



№ 36.

$$P \cdot l = WK$$

$$P = \frac{WK}{l} = \frac{bh^2K}{6 \cdot l}$$

b = (30-8) = 22, h = (56 . l) = 1000, K = 1, więc:



$$P = \frac{22 \cdot 56 \cdot 56 \cdot 1}{6 \cdot 1000} = 11,5.$$

Ogólna powierzchnia 11' tarczy wynosi 6,3 m<sup>2</sup>. zatem jeden ruchomy segment:

$$\frac{6,3}{6} = 1,05 \text{ m}^2$$

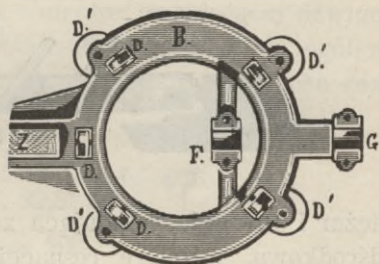
Z tego wyniku napór powietrznego prądu, na 1 m<sup>2</sup>:

$$\frac{11,5}{1,05} = 10,95 \text{ kg.}$$

co odpowiada prądowi 9 m. chyżości.

Widzimy z tego przykładu, że grubość ramion silnicy była bardzo nieodpowiednią,

gdyż nieracyonalnem byłoby budować silnice, które nie mogłyby zużytkować prądu do 12 m. Naszem zdaniem odpowiednią jest grubość ramion dla 10' tarczy: (35 × 35 m/m.), dla 14': (45 × 65 m/m.), dla 20': (75 × 110 m/m.). Racyonalnem jest przydłużenie roboczego wału o jakie 700 do 1500 m/m. i złączenie końca takowego drutami stalowymi z końcami ramion.



№ 37.

Poprzeczki między ramionami, na których głównie spoczywają deszczułki, mają (25 × 75 m/m.) przy 10' i (25 × 85) przy 14 do 16' tarczach. Najodpowiedniejszą jest forma używana we Francyi, mianowicie rozszerzona u środka z odwrotnej strony, np. 100 do 150 m/m. przy 85 m/m. u końców i poprzecznej grubości 25 m/m.

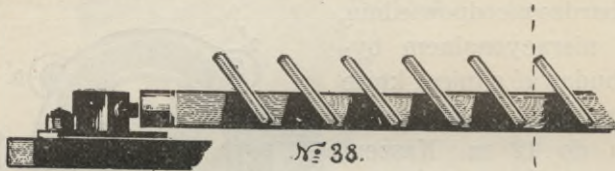
Deszczułki robią zwykle z jodliny, 7 do 10 m/m. grubości, z kaniem ukośnie obcięty w kierunku ruchu, dla łatwiejszego przerzynania prądu przed niemi płynącego.

Rozmiary Halladay'a są następujące:

Tarcza: 10' = 40 — 100 — 920,	po sztuk 14.
» 12' = 60 — 120 — 1000,	» 12.
» 14' = 60 — 120 — 1165,	« 12.

Widziane z przodu, t. j. pod kątem 90°, szpary powinny być widoczne i nie mniej 30 m/m. szerokości, pojedyncze deszczułki zaś postawione pod kątem nie mniej 45°.

U połowy poprzeczki umieszcza się rodzaj rączki do przyczepiania sztab regulatora. Takowe mają zwykle (13 × 26) do (18 × 33) m/m. Na nich przytwierdzają ciężarki odśrodkowe, które będąc rozmieszczone w jednakej odległości od centrum, są między sobą zrównoważone.



Ciężar i dźwignia regulująca zaczynają działać, skoro siła odśrodkowa, w miarę rosnącej z chyżością prądu ilością obrotów, spowoduje ruch szajby (M) na wale i zmianę położenia regulującej dźwigni.

Jeżeli oznaczymy siłę odśrodkową literą (C) i przedstawimy sobie sumę wszystkich ciężarków jako kontrwagę u środka działającą = (G), określając »ruch przyspieszony«, (po 9,81 m.) literą (g) i peryferyjną chyżość ciężaru środkowego literą (y), podług praw mechaniki będzie:

$$(C) = \frac{G y^2}{g \cdot r} = \frac{4 \pi^2 n^2 G r}{3600 g}$$

Zrównoważenie nastąpi:

$$(PL) = \frac{0.102 y^2 G}{r} = \frac{\pi^2 n^2 G r}{900 g}$$



Znowóż:

$$\frac{\pi^2}{g} = \frac{3.14 \cdot 3.14}{9.81} = 1.006075 = \sim 1$$

$$(C) = \frac{n^2 r G}{900} = PL, \text{ i:}$$

$$n^2 = \frac{900 \cdot P \cdot L}{r \cdot G}$$

zatem (n) będzie większe z powiększeniem (P) i (L) mniejsze z powiększeniem (r) i (G).

Aparat regulujący możemy dowolnie zastosować do rozmaitych naporów, przesuując ciężarki lub powiększając ich wagę. Halladay daje na metrowej regulującej dźwigni ciężar 17,8 kg. oraz na sztabach regulujących ogółem 22,5 kg. dla tarczy 14'. Przy tych warunkach tarcza tworzy się przy:

$$(n^2) = \frac{900 \cdot 17,2 \cdot 1}{1,4 \cdot 22,5} = 406.$$

$$(n) = 20.$$

Dla otrzymania 45 obrotów powinno się umieszczać ciężarek na dźwigni = 1,2 m.:

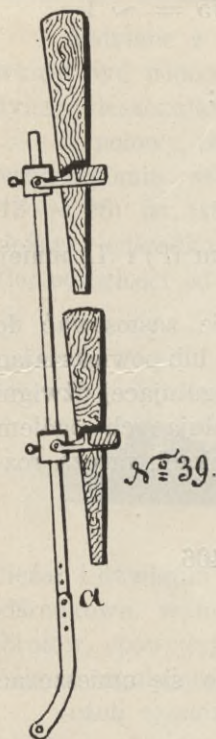
$$(r) = \frac{900 \cdot P \cdot L}{G n^2} = \frac{900 \cdot 17,2 \cdot 1,2}{22,5 \cdot 45 \cdot 45.}$$

$$(r) = 408 \text{ m/m.}$$

Przy większych tarczach deszczulki umieszczają w dwóch rzędach, tworząc dwie koncentryczne tarcze, jak to widać na rys. nr. 39, przyczem wspólną dla obydwóch rzędów sztabę regulującą rozdziela się zawiasem w punkcie (a), dla większej elastyczności w działaniu.

Skrzydło regulujące, przytwierdzone śrubami do wystającego żelaznego żłobka (z) rys. nr. 33, składa się zwykle z belek (a), rys. nr. 40 i 41, skręconych śrubami,

między którymi wstawia i przymocowuje się deszczulki 12 do 14 m/m. grubości.

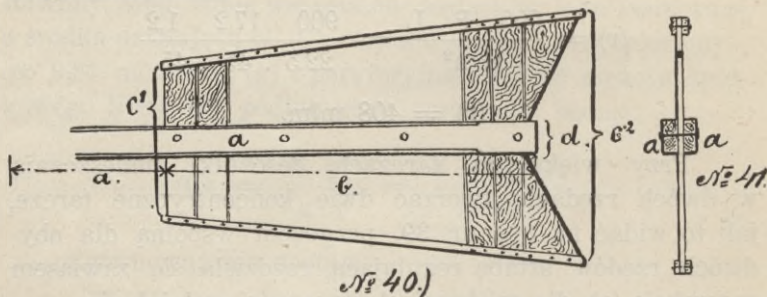


Robią również skrzydła z blachy lub płótna. Następująca tabelka podaje praktykowane przez Halladay'a rozmiary:

średnica tarczy:	10'	12'	14'
a =	685	1500	1220
b =	2440	2300	3000
c' =	900	1280	1370
c'' =	900	1370	1460
d =	75/75	70/70	90/90
grubość =	10	12	14 m/m.

Skrzydło służy także dla zrównoważenia mechanizmu i w razie potrzeby przyczepia się do niego dodatkowy ciężar. Główny belek (a) łączy się dla wzmocnienia po obu stronach z korpusem żelaznymi prętami, 10 do 15 m/m. grubości.

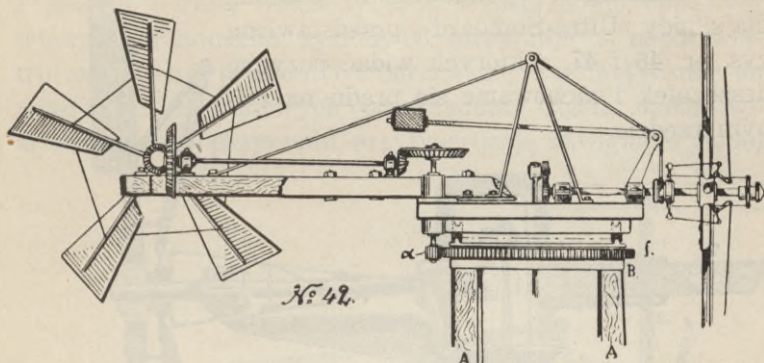
Przy silnicach większych rozmiarów, używają zamiast skrzydła dodatkowy wiatraczek, tak zwaną »Windrose«, o któ-



rej mówiliśmy w artykule o silnicach »holenderskich«. Układ takowego widać na rys. nr. 42. Stosunek trybów (7 : 2), (13 : 3), (1680 : 175). Przy silnicach 40' dają wspo-



mocniczemu wiatraczkowi 3680 m/m. średnicy, ze skrzydłami 720 m/m. szerokości.



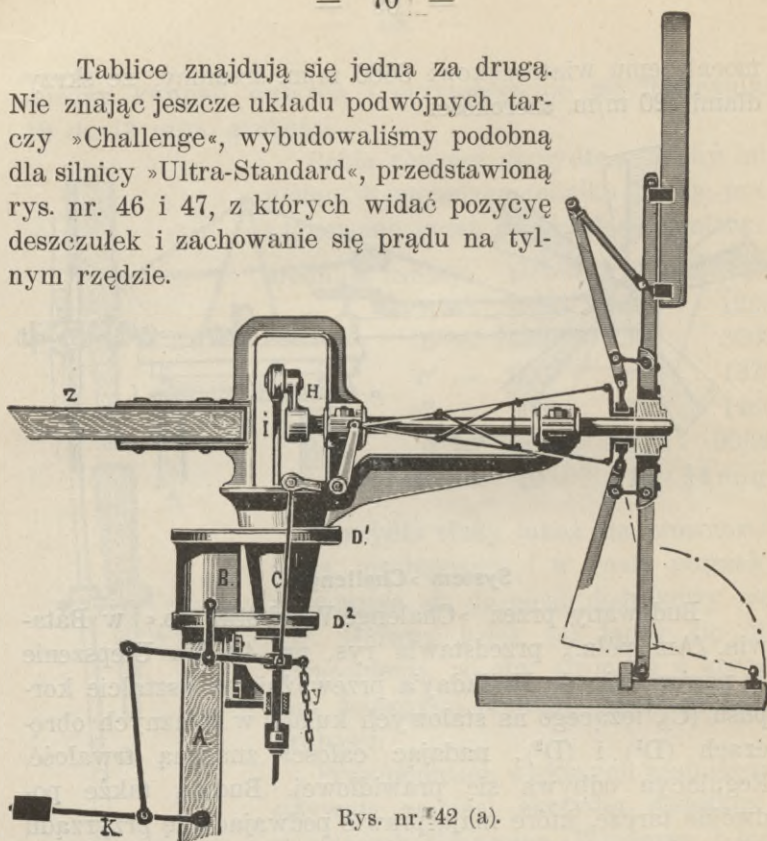
**System »Challenge«.**

Budowany przez »Challenge-Wind-Mill Co.« w Batawii, (Am. półn.), przedstawia rys. nr. 42 (a). Ulepszenie w porównaniu do Halladay'a przeważnie w kształcie korpusu (C), leżącego na stalowych kulach w żelaznych obręczach (D<sup>1</sup>) i (D<sup>2</sup>), nadając całości znaczną trwałość. Regulacja odbywa się prawidłowej. Budują także podwójne tarcze, które mają prawie podwajać siłę przyrządu (*Superior to any wind-mill in the market*).

Ceny fabryki »Challenge« dla tarczy podwójnych:

Podwójne:	Odpowiadająca sile pojedynczych	Dolarów:
12'	= 16'	225
14'	= 18'	350
16'	= 20'	450
18'	= 25'	600
20'	= 28'	700
25'	= 36'	1000
30'	= 45'	1600
35'	= 50'	2000
40'	= 57'	2500

Tablice znajdują się jedna za drugą. Nie znając jeszcze układu podwójnych tarczy »Challenge«, wybudowaliśmy podobną dla silnicy »Ultra-Standard«, przedstawioną rys. nr. 46 i 47, z których widać pozycję deszczulek i zachowanie się prądu na tylnym rzędzie.



Rys. nr. 42 (a).

Ceny tarcz pojedynczych:

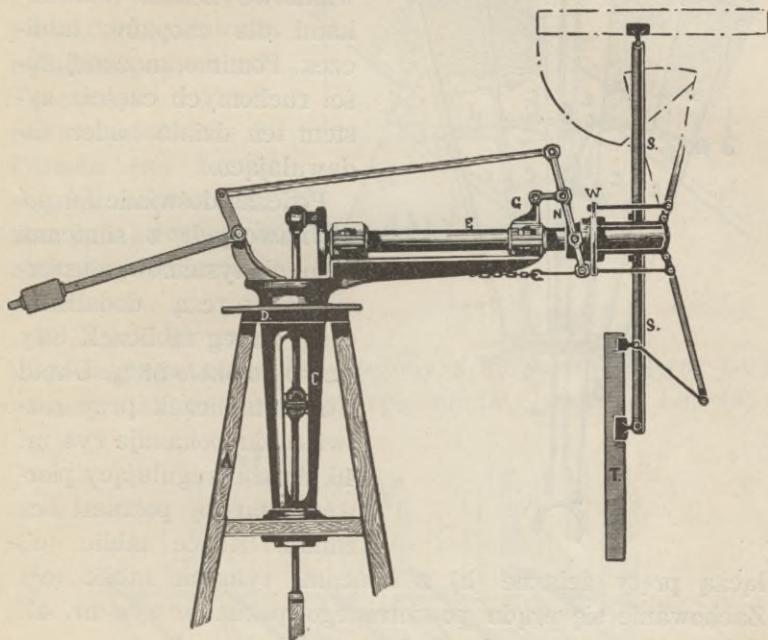
9'	—	80	dolarów,	siła:	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	człowieka	—	370
10'	—	90	»	»	3	»	—	1150
12'	—	110	»	»	1	KP.	—	2236
14'	—	175	»	»	1	»	—	2708
17'	—	350	»	»	5	»	—	3876
20'	—	450	»	»	5	»	—	7497
22 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	—	500	»	»	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	»	—	—
25'	—	600	»	»	8	»	—	12742
30'	—	800	»	»	13	»	—	—
35'	—	1000	»	»	16 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	»	—	—
40'	—	1400	»	»	21	»	—	—
45'	—	1600	»	»	27	»	—	—
50'	—	2000	»	»	33	»	—	—

Pompuje galonów wody na 1 m. wysokości w godzinę czasu.



### System »Champion«.

Podobny do poprzedniego, lecz z dłuższym korpusem i jeszcze trwalej osadzony. Jak w poprzednio opisanym wiatraku francuskim, rys. nr. 28, otrzymuje on napór wiatru od strony odwrotnej i obraca się automatycznie do wiatru bez dodatkowych przyrządów. Celem możliwego zrównoważenia przyrządu, przytwierdza ją dźwignię w jednej



Rys. nr. 43.

linii z wałem, jak to widać na rys. nr. 43, przedstawiającym silnicę budowaną przez fabrykę »Powell and Douglas«, Waukegan, (Illinois). Ceny podobne do poprzednich, z małą różnicą.

### System »Ultra-Standard«.

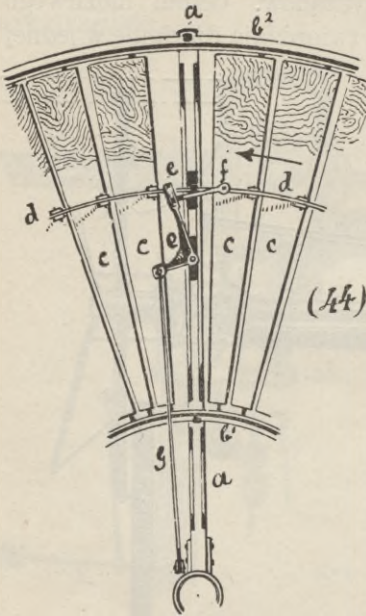
Budowany przez fabrykę »C. Reinsch« w Dreźnie, różni się od poprzednich sposobem regulowania, mianowicie,

koło nie roztwiera się; każda desczulka oddzielnie ruchoma w czopkach u końców i wszystkie razem złączone z regulującym aparatem, zapomocą żelaznych sztab na zawiasach, jak to widać na rys. nr. 44 i 45. Bardzo podobną i tylko odmienną w kształcie korpusu jest silnica »F. Zimmermann i Co«, w Halle.

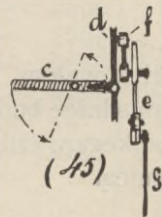
Szkielet tarczy stanowią winklowe żelaza z dziurkami dla czopków tabliczek. Pomimo znacznej ilości ruchomych części, system ten działa nader zadawalająco.

Podczas doświadczeń porównawczych z silnicami różnych systemów, za pierwotną tarczą dodaliśmy drugi szereg tabliczek. Siły przybyło około 58%. Układ i chód tabliczek przy roztwieraniu pokazuje rys. nr. 46. Aparat regulujący pierwotną tarczę pozostał bez zmian. Końce tablic (c')

łączą pręty żelazne (h) z końcami tylnych tablic (c<sup>2</sup>). Zachowanie się prądu powietrznego pokazuje rys. nr. 47. Tablice drugiego rzędu mają przed sobą podczas ruchu »indyferentną« przestrzeń za tablicami (c). Przekształcenie horyzontalnego kierunku prądu powietrznego w użyteczny ruch obrotowy odbywa się daleko prawidłowiej, i jeżeli się tak wyrazić możemy, korzystniej jak przy tarczy pojedynczej.



(44)



(45)

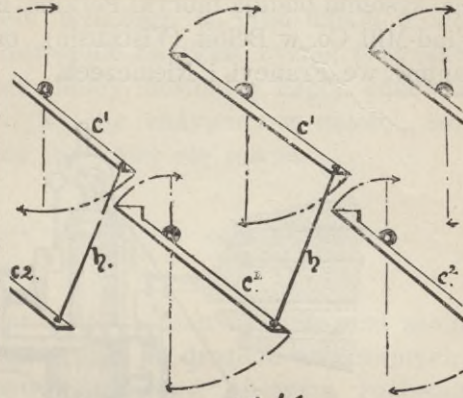


f') System »Wymijający«, (à éclipse).

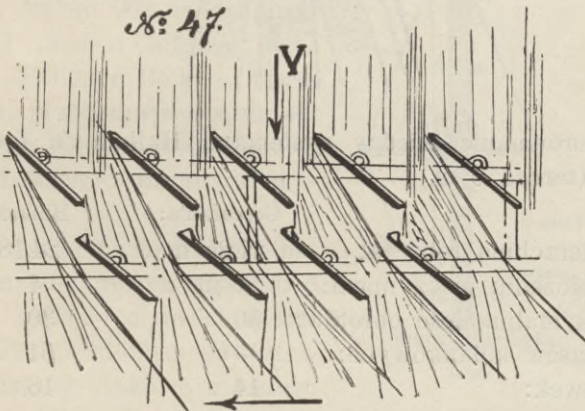
Silnica »Corcoran«.

Silnica »Corcoran« jest prototypem drugiej głównej grupy wieloskrzydłkowych wiatraków, i obecnie bardzo rozpowszechnioną.

Tenże rodzaj regulacji używają przy wszystkich silnicach układów specjalnych. Tarcza silnicy Corcoran'a nie roztwiera się. Posiada ona boczne skrzydło odprowadzające ją w stronę, przy zbyt silnym uderzeniu prądu.

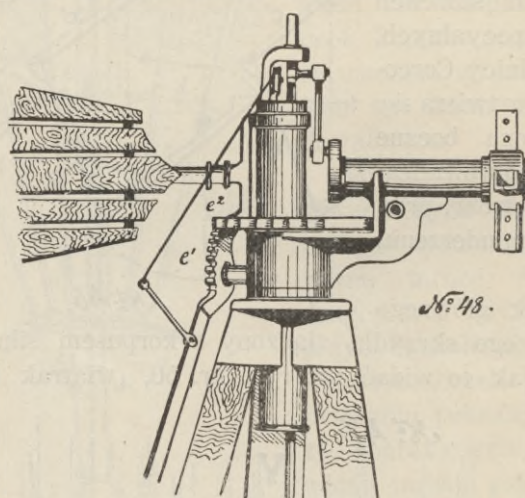


Belek głównego kierowniczego skrzydła złączony z korpusem silnym zawiasem, jak to widać na rys. nr. 50, (wiatrak Leffela).



Skrzydło pozostaje w równej linii z wałem roboczym dopóki napór na boczne skrzydło nie przewyższa ciężar na dźwigni, umieszczonej do wału pod kątem 90°. Zęby (e<sup>1</sup>)

i (e<sup>2</sup>) na rys. nr. 48 mają na celu zmniejszenie gwałtowności uderzenia przy powrocie tarczy do roboczej pozycji. Jest ono jedyną ujemną stroną, tego pod wszelkimi względami znakomitego systemu, odznaczającego się w porównaniu do innych nader małą liczbą części ruchomych. Podług tego systemu budują fabryki Perkins, Bird, Phelps, Bigelow, Wind-Mill Co. w Beloit, (Wisconsin), oraz kilkanastu fabrykantów we Francyi i Niemczech.



Porównanie między systemami Halladay'a i Corcoran'a: (tarcza 6 m.)

	Corcoran'a:	Halladay'a:
Powierzchnia robocza:	27,25 m.	24,18 m.
w położeniu nieczynnem:	1 m.	4 m.
maksymalna ilość obrotów:	50	30
zawiasów kolankowych:	—	51
panewek:	14	16.

Maksimum naporu reguluje długość bocznego skrzydła i ciężar na dźwigni.

System Corcoran'a można stosować tylko do pewnej



wielkości, duże tarcze bowiem, np. 40' i wyżej, są bardzo ciężkie i trudno zrównoważyć całość przy odwróceniu tarczy od wiatru.

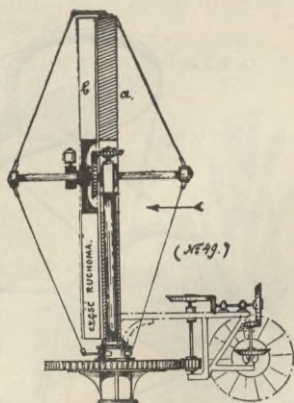
### g) Turbiny wertykalne.

Wiemy z rozdziału trzeciego, że prąd działa z całą siłą, jeżeli natrafia prostopadle na płaszczyznę; przy ukośnym układzie tabliczek silnicy, normalny napór, odpowiadający sile prądu = (N), nie zużyjemy w całości, lecz otrzymamy tylko napór (p), który się równa:

$$(p) = K \frac{\gamma'}{2g} a (V \sin. a - v \cos. a)^2 \cos. a.$$

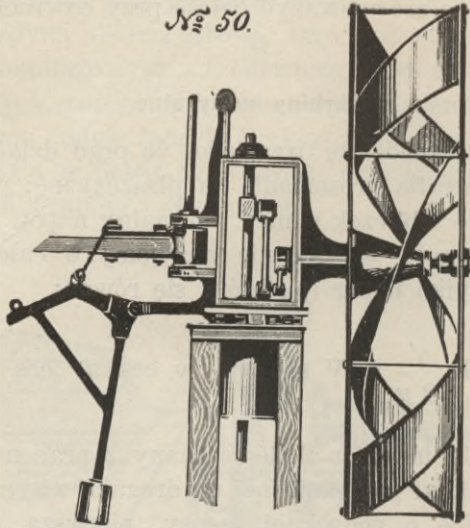
Francuski inżynier Bollée, (znany z prac nad zastosowaniem trakcyi mechanicznej na drogach zwyczajnych), urządził silnicę o podwójnej tarczy, pierwszą ruchomą, drugą zaś nieruchomą z tabliczkami ułożonemi w kierunku przeciwnym do pierwszej, zmieniającą kierunek pierwotny prądu powietrznego i prowadzącą go pod kątem 90° na tabliczki roboczej tarczy. Silnica jego, zwana »Eolienne Bollée«, której przekrój przedstawia rys. nr. 49, cieszy się wielkim wzięciem we Francyi, pomimo stosunkowo wysokiej ceny.

Kończąc na tem opis silnic wieloskrzydłowych, wspomnieć jeszcze musimy o dwóch systemach zupełnie odmiennego kształtu, wyjmując takowe z całego szeregu różnorodnych kombinacyi, mających przeważnie na celu osiągnięcie patentu i nie przedstawiających, w porównaniu z opisanemi poprzednio, żadnych zmian zasadniczych, lub stanowczego ulepszenia.

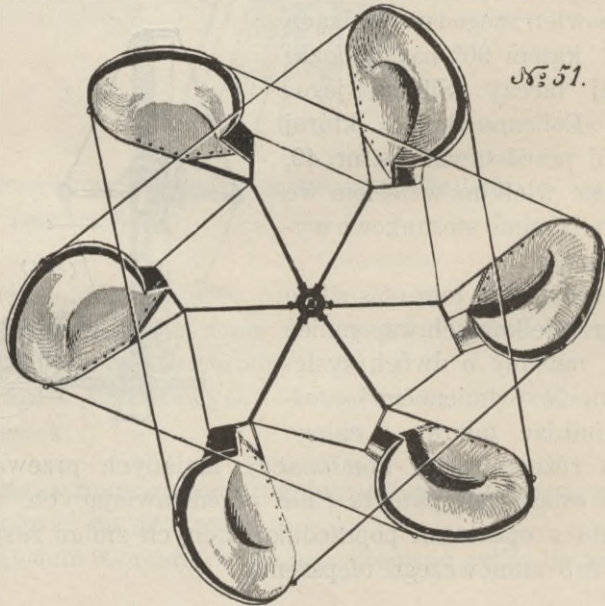


h) Silnica Léffela.

N<sup>o</sup> 50.

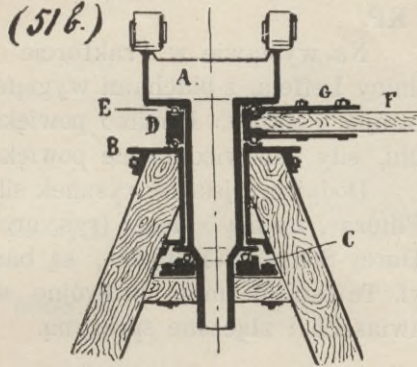


Budowana przez fabrykę »Springfield Machine Co«,  
którą przedstawia rys. nr. 50, różni się od wszystkich in-





nych systemów tem, że nie posiada skrzydeł. Między dwoma dużymi kołami z winklowego żelaza, znajduje się szereg blach spiralnie wygiętych. Rezultat nader zadawalający i przekształcający kierunek horyzontalnego powietrznego prądu w ruch obrotowy, odbywa się w możliwie najlepszych warunkach. Szczegóły konstrukcyi dostatecznie uwydatnia rysunek.



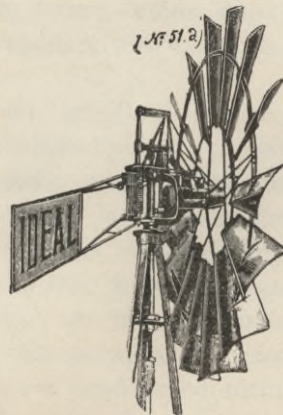
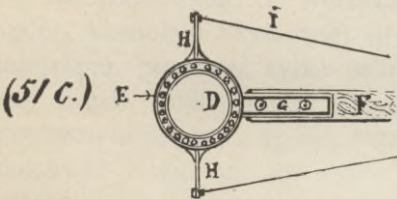
Ceny w N.-Jorku:

8'	—	1 1/2	KP.	—	75	dolarów
10'	—	2	»	—	85	»
12'	—	3	»	—	125	»

(Siła obliczona przy prądzie 7 m/s.)

**i) Silnica Mast, Foos & Co.**

W Springfield, (Am. półn.), którą przedstawia rys. nr. 51, budują w wielkościach 8, 10, 12 i 14 stóp. Szprychy zakończone rodzajem czerpaków,



czyli łyżek z żelaznych blach. Wiatr działający na nie, ślizga się po ich powierzchni, nader prawidłowo i użyteczny, rezultat zadziwiająco pomyslny.

Rys. nr. 51 (b i c) pokazują szczegóły korpusu »à éclipse«, który naśladować można i dla innych silnic, odznacza się bowiem trwałością. Maksymalnie budują te silnice do 3 KP.

Na wystawie w Frakfurcie widziano dwie odmiany silnicy Leffela, z blachami wygiętymi spiralnie w podwójne, potrójne i obroty. Pomimo powiększenia roboczej powierzchni, siły odpowiednio nie powiększono.

Dodajemy jeszcze rysunek silnicy »à éclipse« systemu »Piltera«, zwaną »Ideal« (rys. nr. 51 d), która z silnicami »Durey-Sohy« i »Durozoi«, są bardzo chwalone we Francyi. Te ostatnie mają podwójne skrzydło kierownicze na zawiasach i złączone sprężyną.



## ROZDZIAŁ VI.

### Klasa C.

#### Silnice horyzontalne.

Silnice horyzontalne były pierwszą udaną próbą nadania wiatrakom automatycznego obrotu do wiatru. Przy tym układzie napotyka prąd wszelkich kierunków skrzydła silnicy w jednakim położeniu. W rozdziale drugim opisaliśmy chronologiczne pojawienie się różnych systemów. W czasach ostatnich, z wyjątkiem horyzontalnej silnicy »Rollasona« i horyzontalnych wiatraczków na anemometrach, zaniechano prawie zupełnie tę formę, która jednak może oddać znaczne usługi w gospodarstwie wiejskiem, odznaczając się względną prostotą.

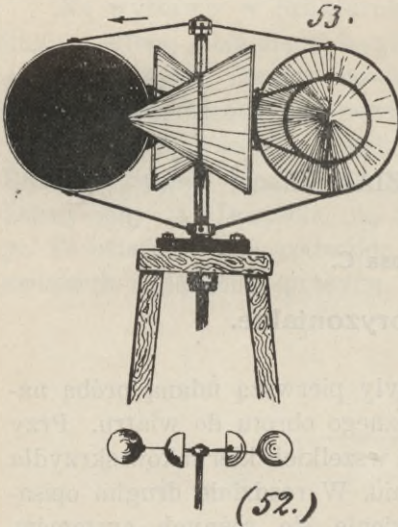
W porównaniu z wertykalnymi jednakiej długości ramion, koeficient użytecznej siły powinienby być o połowę mniejszym, ponieważ tylko połowa koła otrzymuje użyteczny napór, podczas gdy druga porusza się w kierunku przeciwnym prądowi, ogólny rezultat jednak zadawalający, ponieważ: 1) zużywa się napór prądu bez żadnego przekształcenia t. j. bez zmiany kierunku; 2) takowy trafia na skrzydła pod kątem  $90^{\circ}$ ; 3) skrzydła usuwają się przed naporem nie potrzebując się wrzynać w prąd przed niemi płynący; 4) położenie skrzydeł podczas ruchu jest iden-

tycznym z położeniem nieruchomem, wskutek czego »akcja ssąca« za tablicami objawia się w całej sile.

Silnice horyzontalne dzielą się na dwie główne kategorie, mianowicie: 1) swobodnie stojące; 2) otoczone rzędem tablic kierowniczych,

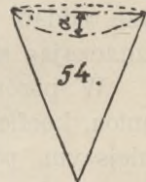
czyli »turbiny horyzontalne«.

Najprostszą formę horyzontalnej silnicy przedstawiają wiatraczki używane na anemometrach, składające się z 4 »czerpaków« półkulistych, (concave), rys. nr. 52. Wiatr napiera na stronę wklęsłą i ślizga się po zaokrąglonej odwrótej. Celem możliwego ułatwienia odwrótego chodu, nadano czerpakom kształt lejka (rys. nr. 53), na którym dla jasności, pokazano



tylko 4 czerpaki. W razie stosowania większej ilości, wycinają z zewnętrznej strony przestrzeń (a), (rys. nr. 54), by wiatr mógł wstąpić do wnętrza od chwili zrównania się z wałem silnicy.

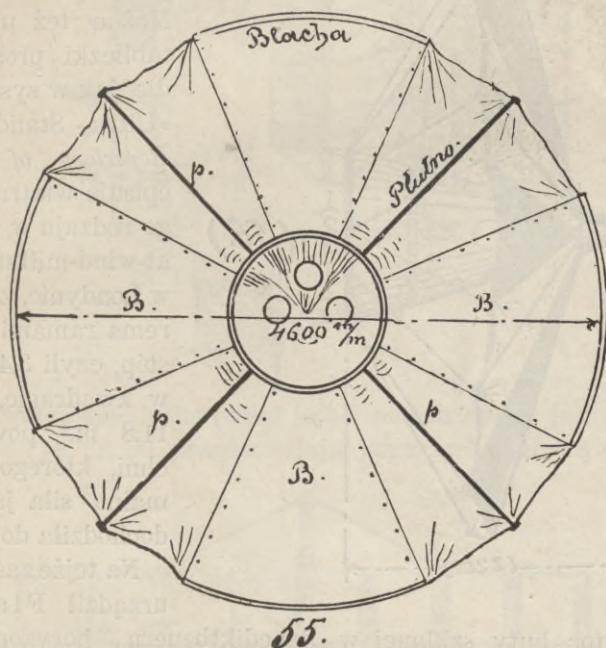
Podczas prób silnic horyzontalnych różnych systemów, zmniejszyliśmy średnicę lejka, (1200 m/m.) i przymocowaliśmy zewnętrznie do takowego na zawiasach 4 blachy, z których 3 dłuższe od lejka o 200 m/m. czwarta zaś zewnętrzna, o 150 m/m. W blachach wycięto po 6 szpar, nie pokazanych na rysunku. Blachy między sobą złączone płótnem żaglowem, końce ich zaś z lejkiem smolonym szpagatem. Podczas roboty blachy roztwierają się, jak to widać na rysunkach nr. 55 i 56, tworząc dodatkową tarczę za lejkiem. Przy chodzie odwrótnym za-





mykają się blachy. W porównaniu z lejkami 2000 m/m., przy tym układzie przybyło siły około 97%, w porównaniu zaś z lejkiem 1200 m/m., 165%. Taka silnica działa dobrze przy słabych prądach, t. j. wolnych obrotach. Przy silnym wietrze uderzenia roztwierających się blach są zbyt silne.

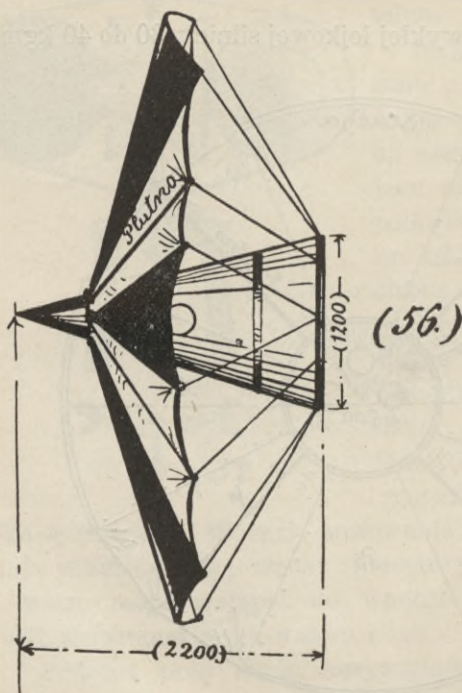
Użyteczna siła zwykłej lejkowej silnicy, 30 do 40 kgm.,



czyli zdola średnio podnieść 25 liirów wody w sekundę czasu na 1 m. wysokości, t. j. 9000 litrów w godzinę, (około 880 wiader). Na wieżyczce przenośnej lub przewożnej nadają się te wiatraczki wybornie do irygacji na płaskich łąkach.

W roku 1789 opatentował »Robert Beatson« horyzontalny wiatrak, którego schemat pokazuje rys. nr. (57 a). Składał się on z 4 do 6 ram, zapelnionych ruchomymi na

czopkach desczułkami, podobnemi do żaluzyi. Rys. nr. (57 b) pokazuje desczułki w pozycyi roboczej, a rys. nr. (57 c) roztwarte przy chodzie odwrotnym. Na naszym rysunku desczułki stosunkowo są wąskie, pamiętać jednak należy, z powiększeniem tablic, powiększa się również każdorazowe



uderzenie o ramy przy powrocie do pozycyi roboczej. Można też ułożyć tabliczki prostopadłe, jak w systemie »Ultra - Standard«. *Repertory of Arts* opisuje wiatrak tego rodzaju w »Great-wind-millstreet«, w Londynie, z czterema ramami po 15 stóp, czyli 3,432 m. w kwadracie, t. j. 11,8 m.<sup>2</sup> powierzchni, którego normalna siła jakoby dochodziła do 9 KP.

Na tejsze zasadzie urządził Flamm,

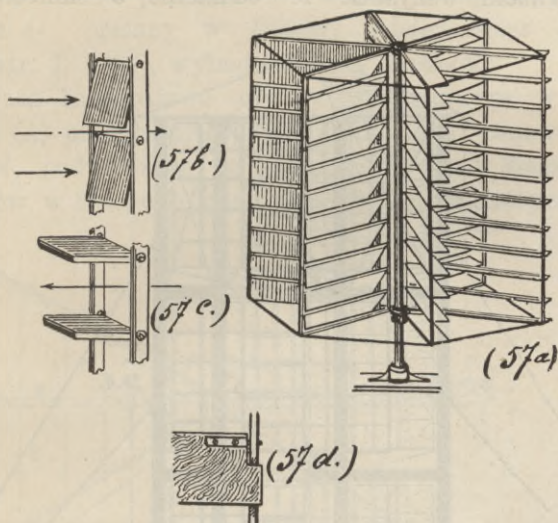
dyrektor huty szklanej w Benediktbeuern, horyzontalną silnicę opisaną w *Kunst und Gewerbeblatt für das Königreich Bayern*, 1848 r., którą przedstawia rys. nr. 58. Ramionom dał on 6 m. długości, oddzielnym kłapom około 1 m. Dla regulowania chodu w razie zbyt silnego prądu zamykają na stałe po jednej tablicy na każdym skrzydle, powiększając tem opór podczas odwrotnego chodu. Zamiast desczułek, kłapy pokryte mocnym płótnem żaglowem.

W muzeum Norymberskiem znajduje się model horyzontalnego wiatraczka, używanego w prochowym młynie

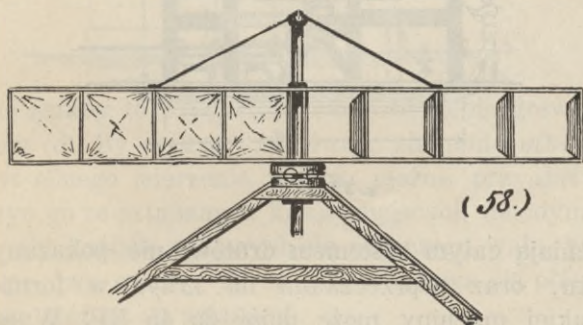


podczas 30 letniej wojny, z jedną tylko wertykalną klapą na każdym skrzydle.

Silnicę Flamma można wybudować potężnych rozmia-

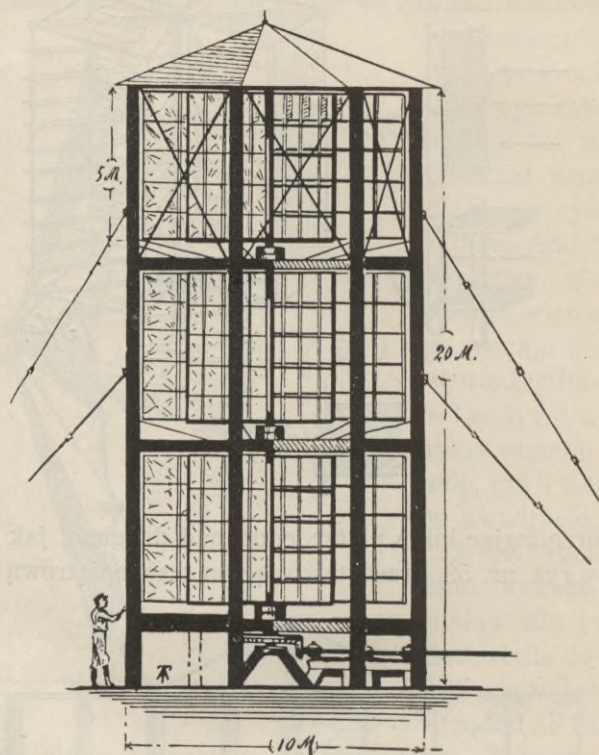


rów, urządając kilka pięter jedno nad drugim, jak to widać na rys. nr. 59, przedstawiającym trzechpiętrową wieżę,



około 20 m. wysokości, 10 m. ogólnej i 9,20 roboczej średnicy; użyteczna powierzchnia każdego skrzydła (po 6 na każdym piętrze,) =  $5 \times 4,20 = 21 \text{ m.}^2$ . Wał składa się z trzech rur żelaznych, 5" średnicy. By uniknąć zbyt

wielkiego obciążenia dolnej panewki, każdą część montują osobno, z odpowiednim stalowym »sztelryngiem«, na kulach obracających się w stalowym gnieździe; następnie łączą razem wszystkie te oddzielne 3 silnice. Ramy



№ 59

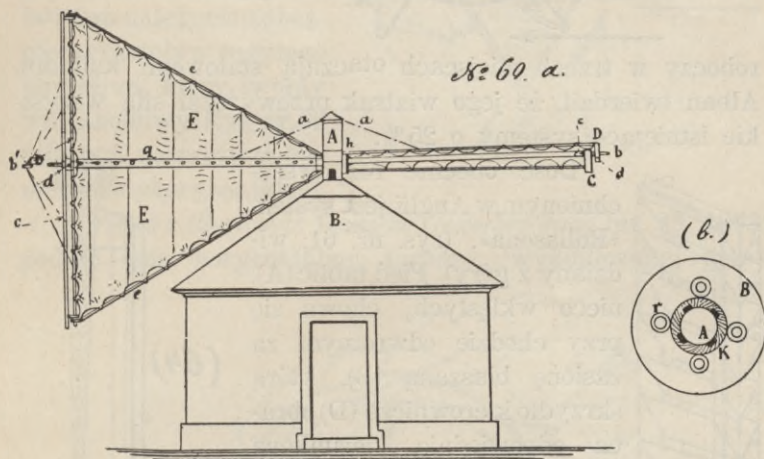
wzmacniają całym systemem drutów, nie pokazanych na rysunku, oraz poprzeczkami na krzyż w formie (X). Siła takiej maszyny może dojść do 45 KP. W miejscowościach górzystych nadaje się ona wybornie do ściskania powietrza, dla następnego użycia w jarze, w znacznej odległości od wiatraka, jak o tem mówimy w ostatnim rozdziale. *Repertory of Arts* (T. 8, 1806 r.), opisuje silnicę ho-



ryzonalną »Jacksona«, której tablice przy odwrotnym chodzie obracały się do wiatru zapomocą trybowej kombinacyi.

Rys. nr. 60 przedstawia ciekawy wiatrak żaglowy »Albana«, opisany w *Dinglers polytechnisches Journal*, (T. 31, str. 7, 1829), wybudowany w Rostock.

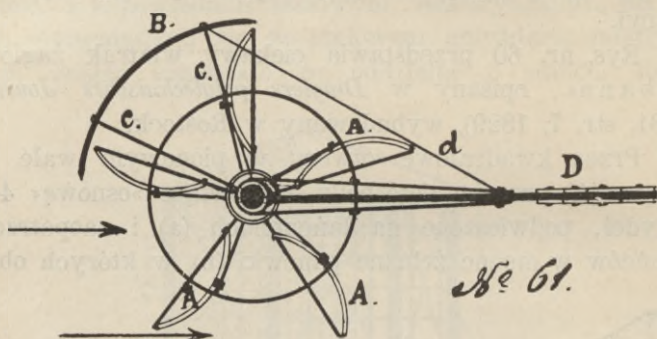
Przez kwadratowe otwory w pionowym wale roboczym (A) przeciągnięto belki, stanowiące »osnowę« 4-ch skrzydeł, podwieszane na łańcuchach (a) i zaopatrzone u końców w mocne żelazne panewki (b), w których obra-



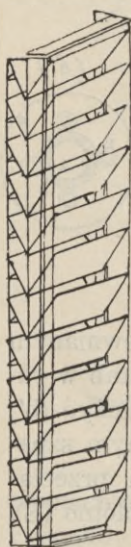
cają się sztaby (c) i (D), rozdzielone od siebie drewnianym klocek (d). By uniknąć możliwego złamania sztab w razie zbyt silnego uderzenia wiatru, można przydłużyć (b') i złączyć go ze sztabami w kilku miejscach mocnym szpagatem. Od końców takowych do roboczego wału przeciągnięto po dwa sznury (e), na które naciąga się płótno (E), tworzące trójkąt ze sztabami.

Działanie dostatecznie objaśnia rysunek. Skrzydło rozwiera się z jednej strony budynku samo przez się, zamykając się w stronie przeciwnej. Sznury przeciągnięte obok pionowego wału do środka budynku, służą dla dowolnego

powrotu skrzydeł i zatrzymania silnicy. Celem zmniejszenia tarcia pochodzącego od jednostronnego obciążenia, wał

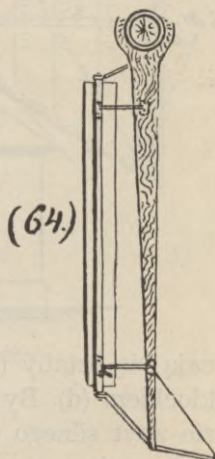


roboczy w trzech miejscach otaczają stalowymi kulkami. Alban twierdził, że jego wiatrak przewyższał siłą wszystkie istniejące systemy o 25%.



63.

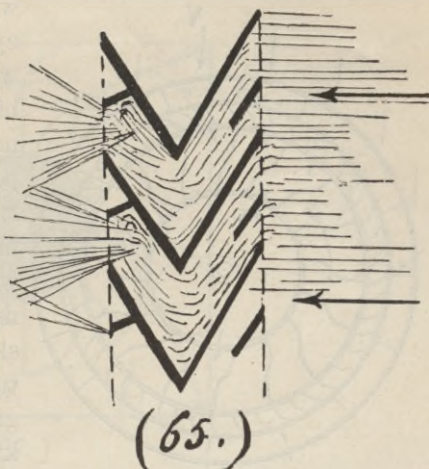
Dość obecnie rozpowszechnionym w Anglii jest system »Rollasona«, (rys. nr. 61, widziany z góry). Pięć tablic (A), nieco wklęsłych, chowa się przy chodzie odwrotnym za zasłonę blaszaną (B), którą skrzydło kierownicze (D) obraca odpowiednio kierunkowi prądu.



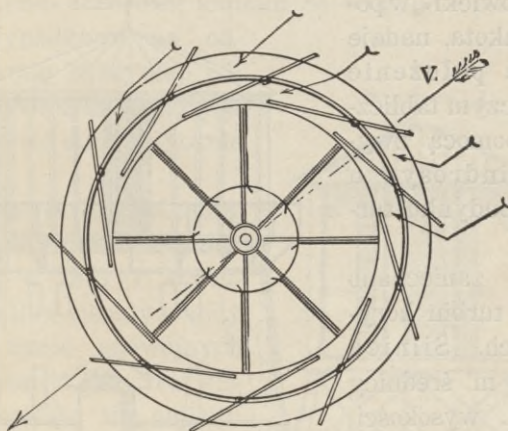
Podczas prób porównawczych, zmieniliśmy kształt skrzydeł, układając je z blach wygiętych w formie (V), jak to widać na rys. nr. 63. Skrzydło widziane z góry pokazuje rys. 64, zaś sposób zachowania się prądu nr. 65. Przy takim układzie przybyło około 15% siły podczas pracy i do 22% w chwili wychodu z położenia nieruchomego. Angielskie ministerstwo wojny używa około 500 silnic Rollasona przy koszarach i na polach manewrowych dla pompowania wody.



W »turbinach horyzontalnych« motor otoczony szeregiem tablic kierowniczych, mających na celu koncentrowanie możliwie większej ilości wiatru na roboczą powierzchnię skrzydeł, zasłaniając je jednocześnie podczas chodu odwrotnego. Myśl, w zasadzie racjonalna, w praktyce nie dała odpowiednich rezultatów, nader trudno bowiem należycie zabezpieczyć odpływ zużytego powietrza, który tworzy wir szkodliwy. Rys. nr. 66 pokazuje najprostszą formę turbiny horyzontalnej.

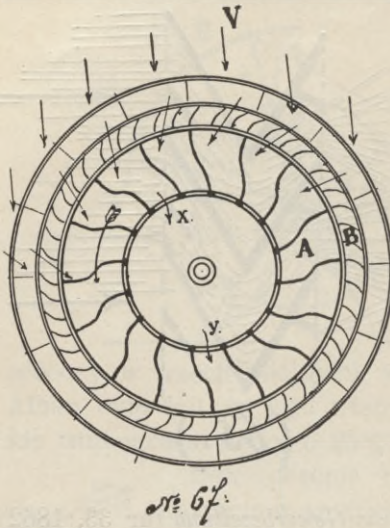


*Wieck's illustrierte Deutsche Gewerbezeitung* (nr 33, 1862) podaje opis horyzontalnej turbiny, wybudowanej przez



C. Wolffa w Hanowerze, (rys. 67 i 68). Tablice rzędu (B) ruchome i można im nadać kierunek odpowiedni sile prądu,

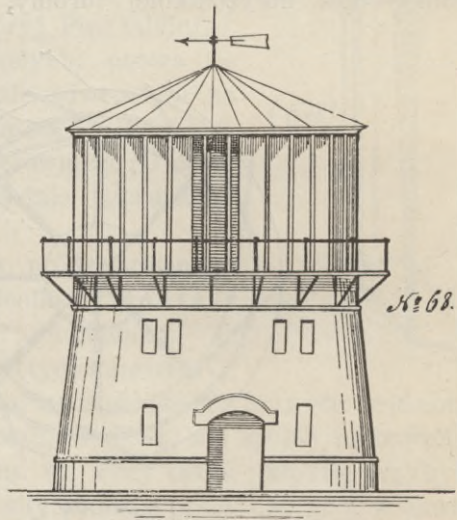
zmniejszając lub powiększając liczbę obrotów. Na pierwszy rzut oka widać, że układ następnej turbiny »A. M. Arndta«,



w Neustadt-Magdeburg, racjonalniejszy, bo prąd powietrza, po nacisku na tablice wystawione na jego natychmiastowe działanie, powtórnie działa na tylny rząd tablic, podlegając tylko możliwemu dławieniu w punktach (X i Y), rys. nr. 69. Dla uniknięcia tego, skomplikował Arndt swoją turbinę, dodając wyżej drugą, mniejszych rozmiarów, która zapomocą trybów i łańcuchów zamykała szeregi żaluzji między tabli-

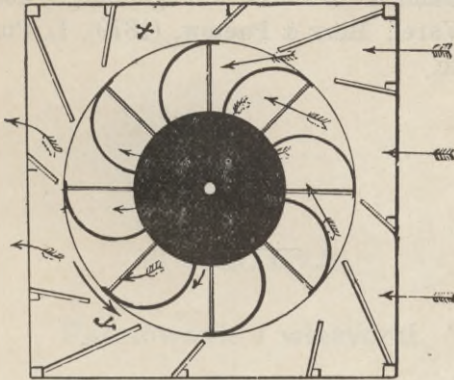
cami kierowniczymi. »W. B. Nowicki«, w połudn. Dakota, nadaje pożądane położenie kierowniczym tabliczkom zapomocą zwykłej »Windrosy« u szczytu budynku turbiny.

Dziś zaniechano zupełnie turbin horyzontalnych. Silnica Wolffa 6 m. średnicy i  $3\frac{1}{2}$  m. wysokości, z kierowniczymi tablicami 1 m. szerokości, dawała  $5\frac{1}{2}$  do 6 KP. przy 7,6 m. prądzie. Rezultat bardzo średni. Z wielkiej ilości różnorodnych kombinacji





podanych do opatentowania, wykonano w większych rozmiarach: M. Scharfenberga, w Berlinie, z czterema skrzy-



(69.)

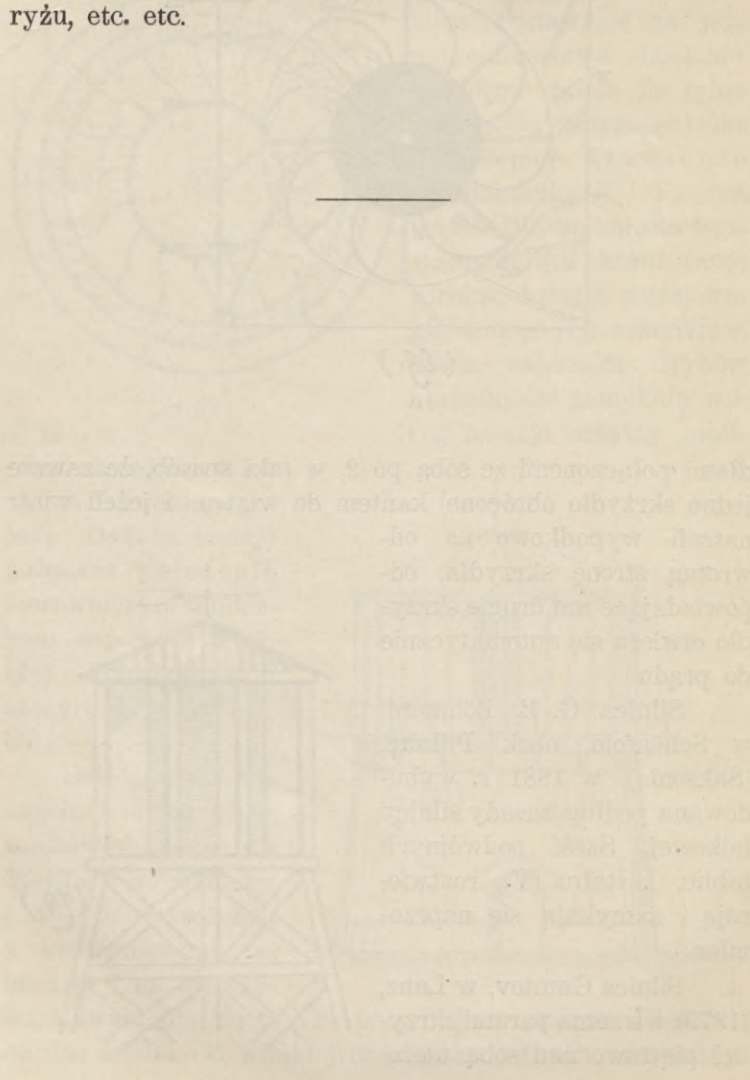
dłami połączonemi ze sobą po 2, w taki sposób, że zawsze jedno skrzydło obrócone] kaniem do wiatru, i jeżeli wiatr natrafi wypadkowo na odwrotną stronę skrzydła, odpowiadające mu drugie skrzydło otwiera się automatycznie do prądu.

Silnica G. E. Böhmera, w Schönfeld, obok Pillnitz, (Saksonia), w 1881 r. wybudowana podług zasady silnicy lejkowej. Sześć podwójnych tablic, kształtu (V), rozkwierają i zamykają się naprzemiennie.

Silnica Gamtov, w Lanz, (1879), z trzema parami skrzydeł piętrowo nad sobą ułożo-



nych, układu podobnego do systemu Albana. Także system Sandera w Frankfurcie n/M. (1878), następnie Hartmanna (1879), z wykrzywionymi skrzydłami, Munkelt w Grimma (1880), z żaglami, F. Wiebeck w Magdeburgu, Joens w Kielu, Bohlken w Varel, Herr & Paetow, (1879), L. Purpur w Paryżu, etc. etc.





## ROZDZIAŁ VII.

### Rusztowanie i wieżyczki.

Im wyżej nad ziemię podniesimy tarczę wiatraka, na tem większą ilość godzin użytecznej pracy będziemy mogli rozliczać i stosunkowo wysoki koszt pierwotnej instalacji opłaci nam się bezwarunkowo. Widzieliśmy poprzednio, jaki wpływ wywiera szparka, dziurka, lub wygięcie tablic silnicy. W naturze powtarza się to samo, lecz w znacznie większym stopniu i nieraz na znaczną odległość, dlatego podlega każda okolica specjalnym wpływom, które zbadać należy, przed rozpoczęciem budowy wiatraka. Z wysokością wieży komplikuje się transmisya.

Wieżyczki budują z żelaza i z drzewa, rzadziej zaś murowane. Najwyższą drewnianą wieżyczką zdaje się być wybudowana przez P. H. Buttelera, w St. James na Long-Island, (N-York), z belek sosnowych, 45,10 m. wysokości do wału. Tarcza tej silnicy 6,80 m. średnicy, pompuje średnio po 30.000 wiader wody dziennie, na wysokość 67 m., do zbiornika odległego 1.880 m.

W zwyczajnych warunkach wystarczy podnieść wał na wysokość 10 m. Podajemy tu formułę przyjętą przez Halladay'a dla wyliczenia każdorazowo potrzebnej grubości oddzielnych części:

Za podstawę rachunku przyjęto napór roboczy 4 kg.

na 1 m.<sup>2</sup>, któremu podlega cała wieża, wraz z silnicą. Od różnic musimy dwa momenty: 1) prąd działający w kierunku prawie prostopadłym, przy którym ciężar leży na wszystkich czterech słupach;

2) w kierunku ukośnym, ciśniejący tylko na dwa słupy.

Przedstawmy sobie dwa przekroje wieżyczki rys. nr. 72 i 73, w jednakiej wysokości nad ziemią, oznaczmy maksymalne obciążenie, czyli napięcie literą (Y), otrzymamy w pierwszym wypadku:

$$NW = 4 Y \cdot \frac{a}{2} = 2 a Y$$

a w drugim:

$$NW = \frac{b}{2} \cdot 2 Y = 1,4 a Y$$

z czego wynika, że drugi moment mniej korzystny i dlatego powinniśmy go wziąć za podstawę dalszych obliczeń.

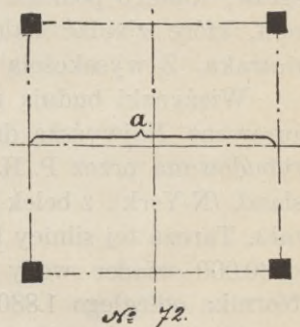
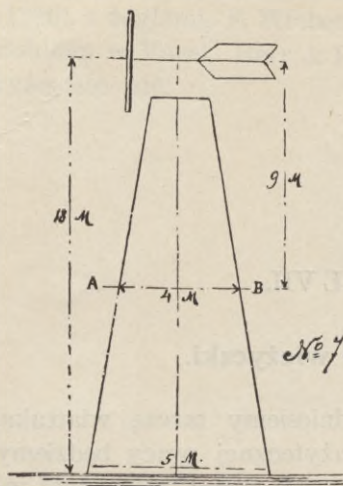
Owóż, pragnąc określić (A — B) na rys. nr. 71, przy (a) = 4 m. (W) = 9 m. z tarczą 20' średnicy, czyli 26,1 m.<sup>2</sup> powierzchni, na którą napór wynosi 1044 Kg., dodajemy do tego wagę silnicy, około 1280 Kg., oraz przypuszczalną wagę żelaznego rusztowania:

1280 kg. dla 4 narożnych słupów,

1280 kg. dla poprzeczek,

1000 kg. dla śrub, winklów, etc.

3560 kg.





Ogólna suma ciężaru wyniesie 5884 kg.

$$\text{więc: } (Y) = \frac{5884 \cdot 9}{4 \cdot 1.4} = 9456 \text{ kg.}$$

Przyjmując, że 500 kg. maksymalne obciążenie 1 ctm<sup>2</sup>, powinniśmy dać słupom przekrój:

$$\frac{9456}{500} = 19 \text{ ctm}^2,$$

co odpowiada winklowej sztabie (73 × 73), z grubością 13 m/m. Dla poprzeczek liczymy: (85 × 85 × 13 m/m.), z profilem ważącym 19,5 kg.

Dla innych przekroi oblicza się grubość odpowiednio każdorazowym rozmiarom (a) i (W).

U powierzchni ziemi:

$$(Y) = \frac{5884 \cdot 16}{6 \cdot 14} = 11231 \text{ kg.} = 22,5 \text{ ctm}^2.$$

Moglibyśmy w każdym razie zachować poprzednią grubość narożnych słupów, odpowiednio rozstawiając takowe,

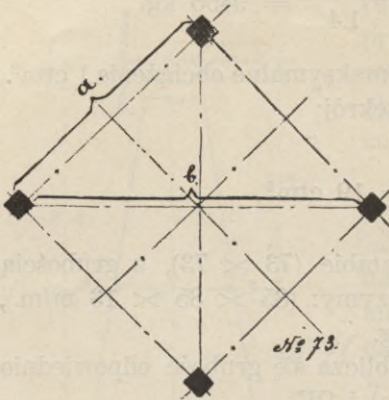
n. p.:

$$(a) = \frac{N \cdot W}{1,4 \cdot Y} = \frac{5884 \cdot 16}{1,4 \cdot 9456} = 7,1 \text{ m.}$$

Fundamentalną płytę silnicy przytwierdzają przy jednym słupie z boku, (jak to widać na rys. nr. 30), lub między dwoma słupami. Wieżyczki stawiają zwykle na ziemi, na murowanych fundamentach, rzadziej na budynku. Stawiając wieloskrzydłową silnicę w pobliżu mieszkań, pamiętać należy, że takowe z początku pracują zupełnie cicho, po krótkim jednak czasie klekot skrzypiących i uderzających oddzielnych desczulek jest bardzo niemiłym.

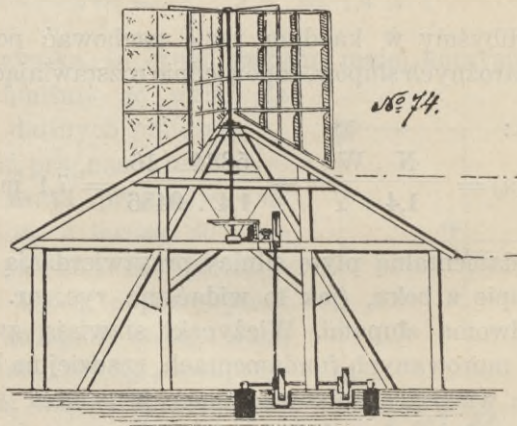
Silnice horyzontalne wygodnie stawiać można na dachu budynków, pod którymi stawiają maneże końskie, np.

rys. nr. 74, lub też natychmiast obok budynku gospodarskiego, stodoły i t. p. rys. nr. 75, z przeprowadzeniem



ruchu do wnętrza budynku zapomocą drucianej liny. Przy połączeniu silnicy wiatrowej z manieżem, który ma zabezpieczyć robotę podczas zaciszu, używają rozmaitych kombinacji, np. przedstawioną na nr. 76 i 77.

Koniec (A) skierowany do wnętrza budynku, a (B) do manieżu. Łącznik (c) z rękojeścią (h) ruchomy. Pasem (g) przeprowadza się ruch od wiatraka na roboczą i luźną szajbę (F). Dla mniejszych silnic wystarcza kombinacja rys. nr. 78, której część (F—e) luźno nałożona na wał (a), między sztelryngami (i). Po

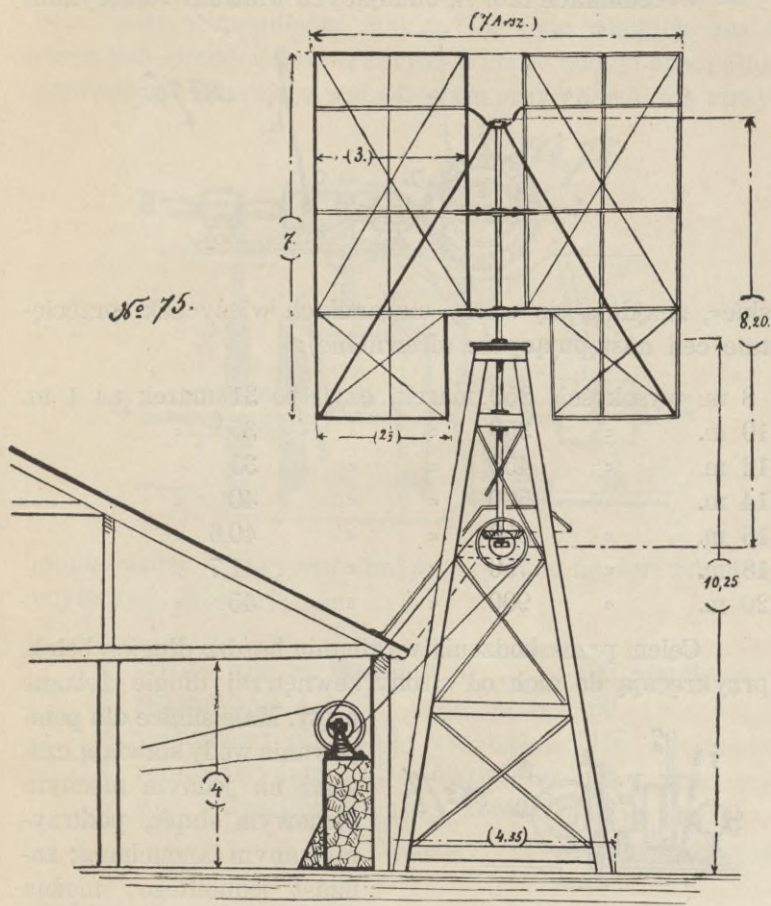


odstawieniu łącznika (c), za obrotem kółka (L), stopniowo przyciska się szajbę (K) do szajb frykcyjnych (e i d), obitych skórą. Jeszcze prościej, nakłada się przed łącznikiem (h) jedną roboczą i jedną luźną szajbę, do których prze-



prowadzają pas wiatraka, przyczem jednak odłączenie wiatraka odbywa się wolniej.

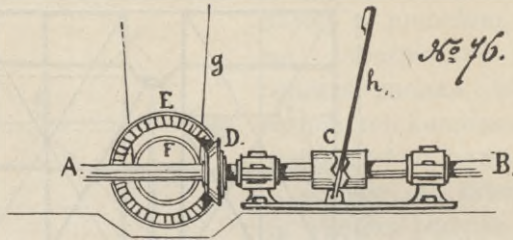
Wieżyczkę z trzema słupami pokazaliśmy na rys nr. 30. Przy użyciu 4 słupów układ poprzecznych łączników iden-



tyczny. Silnica systemu Halladay'a w pobliżu Rheinfelden, z tarczą 36' średnicy, posiada wieżyczkę następujących rozmiarów: wysokość 20 m., słupy wertykalne (200 × 200) stoją na ramie dębowej, (300 × 400) na czterech muro-

wanych fundamentowych słupach, 2,4 m. wysokości, 1200 m/m. u dołu i 600 m/m. w kwadracie u góry, w którym zamurowano cztery grube relsy kolejowe. Środki słupów fundamentowych odległe od siebie na krzyż o 18 m.

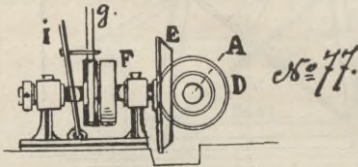
W cennikach fabryk budujących wiatraki »amerykań-



skie«, znajdują się wzory eleganckich wieżyczek, przeciętnie cen następujących: (drewniane):

8 m. wysokości	250 marek,	czyli po 31 marek za 1 m.
10 m. «	350 «	35 «
12 m. «	450 «	35 «
14 m. «	500 «	40 «
16 m. «	650 «	40,6 «
18 m. «	750 «	41,7 «
20 m. «	900 «	45 «

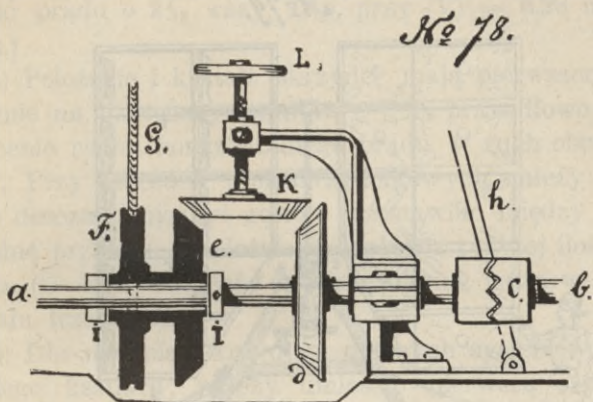
Celem przeszkodzenia wyginaniu bardzo długich belek, przykręcają do nich od strony zewnętrznej długie żelazne pręty. Małe silnice dla pompowania wody stawiają czasami na jednym mocnym pionowym słupie, podtrzymywanym łańcuchami; zamiast jednolitego, można



skrócić 4 belki, (100 × 100), żelaznymi obręczami. Wieżyczkę, czyli budynek wiatraka, można kombinować w najrozmaitszych formach, byle tylko tarcze silnic mogły się obracać we wszystkich kierunkach i systemu Halladay'a mogły się sobodnie na tył zmieścić przy roztwieraniu.



Wieżyczki przewożne na kołach można z łatwością wybudować w domu. Do irygacyi nadają się one naturalnie tylko w zupełnie płaskich miejscowościach, można je zato stosować do prawie wszystkich robót gospodarskich, byle tylko w promieniu 200 m. nie było wielkich zasłaniających przedmiotów. Fabryka Fillera buduje specjalnie przewożne wieżyczki, z wahadłowym przyrządem, dla utrzy-



mania tarczy w horyzontalnej pozycyi, (co naszym zdaniem zbyteczne). Kosztują one:

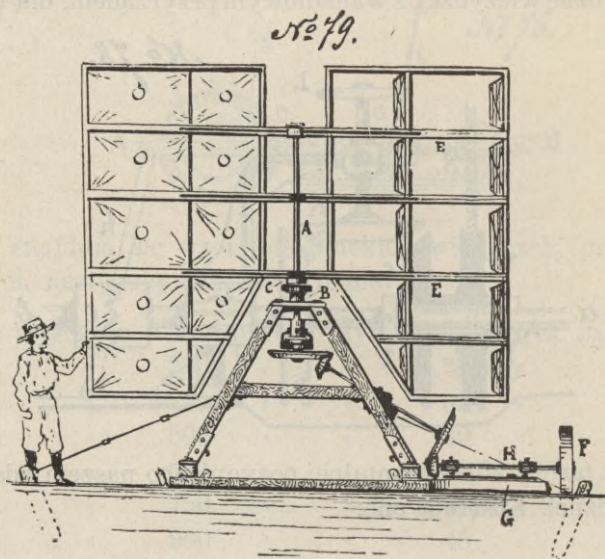
- |   |     |       |
|---|-----|-------|
| 1) tarcza 3,65 m. średnicy . . . . .            | 400 | marek |
| 2) rusztowanie 4 m. . . . .                     | 60  | «     |
| 3) wahadłowy przyrząd i transmisya . . . . .    | 115 | «     |
| 4) pompa o wydajności 5 do 600 wiader . . . . . | 75  | «     |
| 5) wóz z dyszlem dla pary koni . . . . .        | 250 | «     |

Ogółem . . . . . 900 marek,

do których dodać należy gumową kiszkę ssącą z wentylem, płócienną wytłaczającą i miedziane śrubunki.

Jako przewożne, nadają się dobrze silnice horyzontalne. Rys. nr. 79 przedstawia wybudowany przez nas komplet systemu żaluzowego. Wał roboczy (A), z rury żelaznej 3 1/2'' średnicy, nalega dwoma szteltyngami (C) na stalowe

kulki i »korpus« (B); cztery klamry (D) utrzymują dolną podstawkę. Przydłużając wał do dołu i nadając transmisyi układ horyzontalny, powiększa się stałość, t. j. równowagę; dodatkowa część wału musi przytem być pełną i około 63 m/m. średnicy, całość zaś, z dodatkowemi beleczkami, ważyć będzie około 30 pudów więcej. Ramiona (E) powinny



być zaostrome jak (V), by uniknąć oporu przy chodzie odwrotnym. Ramki żaglowe z mocnej jesieniny, ściągnięte na krzyż drutami. Przy użyciu »szneka« takowy przytwierdza się do belek (G) i zamiast szajby (F), nakłada się odpowiedni tryb.

Stosunek trybów na naszym rysunku, przyznaczony dla pompy centryfugalnej, nadaje 1000 m/m. szajbie (F) normalnie 225 obrotów.



Ze wszystkiego cośmy mówili poprzednio wynika:

1) Że siła danego wiatraka zależy w pierwszym rzędzie od wielkości płaszczyzny wystawionej na działanie prądu powietrznego.

2) Siła rośnie z kwadratem średnicy tarczy i z sześcianiem chyżości prądu.

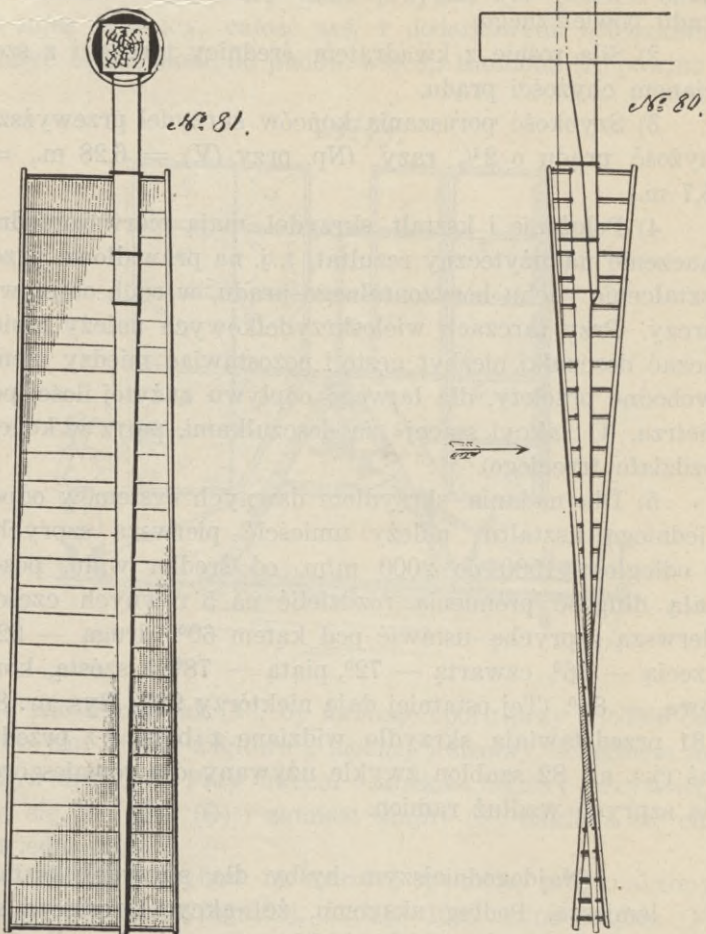
3) Szybkość poruszania końców skrzydeł przewyższa chyżość prądu o  $2\frac{1}{2}$  razy. (Np. przy  $V = 6,28$  m., = 15,7 m.)

4) Położenie i kształt skrzydeł mają pierwszorzędne znaczenie na użyteczny rezultat, t. j. na prawidłowe przekształcenie ruchu horyzontalnego prądu, w ruch obrotowy tarczy. Przy tarczach wieloskrzydłkowych należy umieszczać desczulki niezbyt gęsto i pozostawiać między nimi swobodne przeloty, dla łatwego odpływu zużytej ilości powietrza. (O »akcyi ssącej« za desczulkami, patrz w końcu rozdziału trzeciego).

5) Dla nadania skrzydłom dawnych systemów odpowiedniego kształtu, należy umieścić pierwszą szprychę w odległości 1500 do 2000 m/m. od środka wału, pozostałą długość promienia rozdzielić na 5 równych części. Pierwszą szprychę ustawić pod kątem  $60^\circ$ , drugą —  $62^\circ$ , trzecią —  $66^\circ$ , czwartą —  $72^\circ$ , piątą —  $78^\circ$ , a szóstą, końcową, —  $88^\circ$ . (Tej ostatniej dają niektórzy  $92^\circ$ .) Rys. nr. 80 i 81 przedstawiają skrzydło widziane z boku i z przodu, zaś rys. nr. 82 szablon zwykle używany dla rozmieszczenia szprych wzdłuż ramion.

(Najdogodniejszym byłby dla skrzydeł kształt lemieszka. Podług aksyomu, że »akcyja i reakcyja są sobie równe, lecz kierunkiem przeciwne«, kształt płaszczyzny pozwalający podnieść ciężar z możliwie mniejszym wysiłkiem, t. j. przy ruchu ślizgającym, będzie najodpowiedniejszym przy odwrotnem stosowaniu, czyli zamianie ruchu horyzontalnego w obrotowy. Zużyta ilość powietrza szybko spłynie z po-

wierzchni skrzydła i nowe ilości prądu uderzą wprost na deszczulkę. Przy takim kształcie zmniejszyłyby się

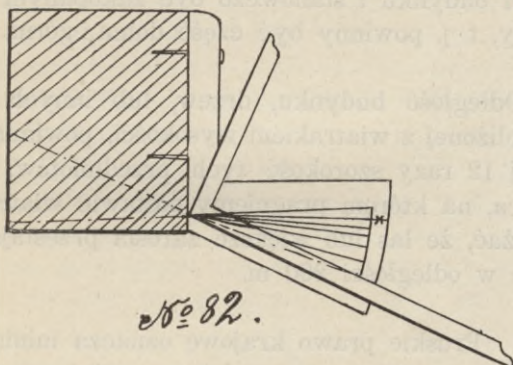


też horyzontalny napór w kierunku długości wału, powodujący znaczne straty na tarcie u tylnego czopa).

6) Powiększając długość skrzydeł, powiększy się siłę tylko przy równocześnie odpowiednim powiększeniu szerokości.



(Amplituda ruchu skrzydeł zależy od chyżości prądu, odpowiednio do której przebędą w sekundę czasu pewną określoną ilość metrów. Z powiększeniem długości promieni, końce takowych przeleczą taką ilość metrów, wał roboczy zaś wykona znacznie mniejszą obrotów, wskutek czego traci się to, co się zyskuje podług prawa o dźwigni. Siłę powiększymy tylko przy zachowaniu wzajemnego stosunku długości z szerokością, t. j. jednocześnie powiększając obie. W sil-



nicach »amerykańskich« stosunek ten jest niezmiennym. Ilość obrotów oblicza się podług formuły:

$$(P) = \frac{150}{D}$$

przyczem (D) oznacza długość skrzydeł).

7) Nie należy dawać roboczemu wałowi położenia ściśle horyzontalnego. Praktyka wykazała, że najwłaściwszym jest obniżenie tylnego czopa o 15° niżej horyzontalnej linii, wiodącej przez środek tarczy skrzydłowej.

(Osiągamy tem dwa ważne rezultaty:

- 1) Unikamy szkodliwego naporu na tylny czop

wału, którego suma zmniejsza się podług formuły odnośnej do rys. nr. 3.

2) Nadajemy skrzydłom wygięcia na tył ułatwiając odpływ zużytego powietrza, wystawiając je przytem na działanie prądów wirujących z góry do dołu).

8) W wiatrakach »niemieckich«, obracanych w całości naokoło pionowego słupa, takowy powinien sięgać do  $\frac{1}{3}$  wysokości budynku i stanowczo być zakopany w ziemię do połowy, t. j. powinny być część dolna i górna jednakiej długości.

9) Odległość budynku, drzew, lub innych jednakiej lub przybliżonej z wiatrakiem wysokości, powinna wynosić nie mniej 12 razy szerość tych przedmiotów, widzianą od miejsca, na którym pragniemy postawić wiatrak. Przyjęto uważać, że las lub większe zarośla przestają ujawnie zasłaniać w odległości 200 m.

(Pruskie prawo krajowe oznacza minimalną odległość na 12 razy wspomnianą wyżej szerokość, tak że właściciel istniejącego wiatraka może wzbronić sądownie stawiania budynku w odległości mniejszej 12 razy szerokość jego młyna).

10) Należy wyłącznie używać trybów z drewnianymi zębami, które lepiej wytrzymują częste gwałtowne uderzenia.

11) Choć wogóle koła horyzontalne słabsze są od wertykalnych jednakiej średnicy, wobec znacznie prostszej konstrukcyi, we wszystkich wypadkach, w których celem naszym jest osiągnięcie nie teoretycznie maksymalnej, lecz określonej ilości siły, nadadzą się one wyśmienicie.

12) Dla siły 1 KP., t. j. dla podniesienia 75 kg. na 1 m. wysokości, w sekundę czasu, potrzebną jest powierzchnia skrzydeł około 15 m<sup>2</sup>, którą przy silnicach żela-





## DODATEK.

### Ściśnięte powietrze i elektryczność.

Nader popularną jest myśl stosowania siły wiatru dla obracania machin dynamo-elektrycznych i z łatwością przedstawić sobie można, jak wielkie pole działalności otworzyłoby się dla tych silnic, jeżeliby się praktycznie udało oświetać domy prywatne za ich pomocą.

Teoretycznie jest to możebnem i dziś już, komercyjnie zaś nie wytrzymuje krytyki, dla zabezpieczenia bowiem nieprzerwanego użytku, choć po kilka godzin dziennie, musielibyśmy stosować wiatraki o sile przewyższającej normalną o jakie 6 do 10 razy, oraz proporcjonalnie powiększyć zbiorniki energii, t. j. liczbę akumulatorów, które stopniowo tracą nagromadzoną w nich elektryczność.

Nieudana próba p. de l'Angle-Beaumanoir, oświetlenia latarni morskiej w »la Hève«, w r. 1885, zdaje się być pierwszą większych rozmiarów. Następnie urządził p. Brush, w Cleveland, Ohio, instalację dla oświetlenia domu prywatnego, o której wspomnieliśmy w rozdziale IV, (klasa A). W roku 1901, jak o tem wspomina p. H. de Graffigny (»les Turbomoteurs«, Paryż, 1904) osiągnął jakoby Gustaw Conz, w Hamburgu, zadawalające rezultaty z akumulatorami »Hagen«, przy wiatraku »F. Neumann'a«, w Wittkiel, (Schleswig), ze specjalnie czułym regulatorem, bliż-



szego opisu którego niestety nie podaje. Nansen posługiwał się 8 skrzydłowym wiatraczkiem na pokładzie okrętu »Fram«, podczas słynnej podróży do bieguna północnego, który zabezpieczył oświetlenie okrętu podczas 6/8 zimowania. Takimiż przyrządami zaopatrzone i następne ekspedycje. Pamiętać jednak należy, że działały one w warunkach specjalnych, przy nader stałych prądach, jakie się w umiarkowanych strefach nie zdarzają, że zadawalniano się małą liczbą lamp, ciągle śledzenie zaś na »rheostatem« było raczej przyjemną rozrywką podczas długiej nocy podbiegunowej.

Drogą pośrednią łatwo dojść do pożądaných rezultatów, mianowicie pompując wodę możliwie wysoko i puszczając ją następnie na turbinę, których istnieje kilka układów w złączeniu na wspólnym wale z dynamo, (od 1/5 KP). Także można ścisnąć powietrze do wysokiej prężności w odpowiednich zbiornikach, i użyć go następnie zamiast pary. W obu wypadkach, jak wogóle przy każdym przekształceniu, nastąpi dość znaczna utrata siły, lecz zato reszta manipulacji nader prosta.

Pomimo istniejących kilku potężnych centralnych instalacji, użycie ściśniętego powietrza jako zapasu energii nie wyszło poniekąd jeszcze z peryodu eksperymentalnego. Brak w literaturze technicznej wyczerpujących prac i bezwzględnych formuł, któreby szablonowo stosować można.

Początkowo zastosowano ściśnięte powietrze w szerszych rozmiarach przy wykopie tuneli, (np. Mt. Cénis, z kompresorami »Someiller«, w St. Gotthardzie, systemy »Colladon i Sturgeon«), rezultat techniczny jednak, wobec tymczasowego charakteru instalacji, nie mógł być zadawalającym i nie przekroczył 15%. Poboczne dogodności jednak, szczególnie znaczne obniżenie temperatury spowodowane raptowną ekspansją i dostarczanie pracownikom głęboko pod ziemią świeżego, czystego powietrza, mają takie znaczenie, że i dziś jeszcze używają tych systemów, pomimo konkurencji elektrycznych silnic.

Najpotężniejszą tego rodzaju centralną produkcję energii posiada Paryż. Jest ona wzorem dla wszystkich europejskich i amerykańskich centrali. W roku 1886 otrzymał p. H. Popp 40-letnią koncesyę i wybudował centralę na ulicy »St. Fargeau«, (Belleville), z siłą 2000 KP. 6 machinami »Paxman«, w Colchester, wprost złączonemi z kompresorami systemu »Sturgeon«. Rezultat finansowy był nadspodziewanie pomyślnym i niebawem doprowadzono długość magistrali do 16 kilometrów, (300 m/m.), oraz długość pobocznych rozgałęzień do 50 km. Pierwotny projekt urządzenia wielkiego podziemnego zbiornika na 12000 m<sup>3</sup>. (80 m. głębokości) zaniechano, dzienna produkcya bowiem, czyli 250000 m<sup>3</sup>., była od pierwszej chwili niedostateczną dla zaspokojenia konsumcyi. Na ulicy St. Fargeau dodano drugi komplet machin systemu »Cockerill«, 2000 KP., ze znacznie ulepszonymi kompresorami systemu »Dubois-François« i po urządzeniu mniejszych centrali na ulicach »St. Anne, Etienne Marcel, Beaumartin, Meyerbeer i Bourse du Commerce«, (z olbrzymiemi lodowniami dla przechowania wiktuałów na wypadek wojny), przystąpiono w r. 1891 do budowy centrali na »Quai de la Gare«, z projektowaną siłą 24000 KP.

Dostarczonej energii abonenci używają do obracania najróżnorodniejszych narzędzi, zaczynając od machin do szycia etc., od 3 kg/m. do 400 KP. placąc po 2 centm. za 1 m<sup>3</sup>. powietrza, prężności atmosferycznej.

Profesorowie Gutermuth i A. Riedler przeprowadzili szereg ścisłych obserwacyi, których wyniki, w krótkości streszczając, wykazały, że pierwotnie użyte kompresory systemu »Sturgeon« doprowadziły 7,5 m<sup>3</sup>. powietrza do prężności 6 atm., w godzinę czasu, kompresory »Dubois-François« — 8,5 m<sup>3</sup>., zaś ulepszone »Riedlera«, (budowane przez fabrykę Schneider & Co. w Creuzot), — 10,5 m<sup>3</sup>. Siła 1,75 KP. zużyta w centrali odpowiadała 1 KP. u abonentów, przy rozchodzie 700 gr. węgla na 1 K/G., czyli 1,222 kg. u abonentów. Strata ciśnienia, w kanalizacyi



16,5 kilometrów długości, nie przekraczała 1 atm. przy chyżości 6,5 m/s. W warunkach zwyczajnych należy liczyć 0,05 kg. straty na każde 1000 m. przewodu. Strata ciśnienia pochodzi przeważnie od częściowej ekspansyi przy wentylach i syfonach odprowadzających osadową wodę. Badali opór w kanalizacyach, stratę ciśnienia etc. p. Stockalper w tunelu St. Gottharda, H. Lorenz, Devillez, w kopalni »Levant du Flénu« i wyżej wymienieni p. Gutermuth i Riedler, których formuła brzmi:

$$(Z) = \frac{553}{10^{10}} g \frac{l}{d} u^2 = \frac{864}{10^{10}} gl \frac{Q^2}{d^5} \text{ (kilo)}$$

przyczem (Z) oznacza stratę ciśnienia, (g) średnią wagę 1 m<sup>3</sup>. powietrza w ruchu, (l) długość i (d) średnicę przewodu, (u) średnią chyżość przepływu, oraz (Q) ilość płynącego rurami powietrza, wyrażoną w m<sup>3</sup>./s., przy średniej prężności i temperaturze.

Od 3 kg/m. do 1 KP. używają w Paryżu rotacyjnych maszynek, np. fabryki »Riedingera« w Augsburgu. Również dobrze nadają się do tego turbiny parowe Lawala, Parsonsa, Rateau etc.; dla większej siły używają zwykle stare maszyny parowe, (można bez żadnych zmian stosować ściśnięte powietrze zamiast pary). Obecnie budują specjalne tłokowe silnice dla powietrza ściśniętego, rozchód takowego bowiem, na jednostkę siły i czasu, w znacznej mierze zależy od dokładności maszyny i wynosi w Paryżu: w zwykłych małych rotacyjnych motorkach, od 22,5 do 27 m<sup>3</sup>. na 1 KG., w mniejszych tłokowych: od 17,3 do 23 m<sup>3</sup>., w wielkich, t. j. od 60 KP., tylko 12,5 do 14 m<sup>3</sup>., zwykłej prężności atmosferycznej. Przy użyciu znakomitych maschin »compound«, z podwójnem ogrzewaniem, rozchód obniżyć można do 6,2 m<sup>3</sup>.

Przed wstąpieniem do silnicy przechodzi ściśnięte powietrze przez mały piecyk, zwykle ogrzewany koksem, wskutek czego jak wiemy z fizyki, powiększa się je »ob-

jętość« o 0,00367 razy przy każdym stopniu dodatkowego ciepła i podwaja się przy 300° C. Bez ogrzania, jak je obecnie stosują tylko dla sztucznego obniżenia temperatury w lodowniach, składach mięsa, browarach i t. p., zużywają w najlepszym razie 29,5 m<sup>3</sup>., z ogrzaniem zaś średnio 14,5 m<sup>3</sup>. W nowszych amerykańskich kombinacjach używają, obok właściwych kompresorów, zwyczajnych małych pomp powietrznych, którymi podnoszą prężność w dodatkowych miedzianych zbiornikach do 80 atm. Rurom prowadzącym powietrze do kompresorów dają podwójne ścianki, między którymi ekspansja powietrza z miedzianego zbiornika powoduje gwałtowne obniżenie temperatury, wskutek czego powietrze ściśnięte ma zaledwie parę stopni C. nad zerem przy wychodzie z kompresorów.

Wiemy, że stopniowem ściskaniem i »rozdaniem« powietrza i gazów możemy je doprowadzić do stanu płynnego. Przewidział to Edelkrantz już w r. 1820, lecz dopiero w r. 1887 udało się francuskim uczonym p. Cailletet i Pictet skroplić tlen, następnie zaś azot, powietrze atmosferyczne i wodór. Światowy rozgłos mają prace w tym kierunku krakowskich profesorów, p. Wróblewskiego i Olzewskiego, opublikowane w r. 1895 w londyńskim *Philosophical Magazine*.

Jeżeli weźmiemy gaz skroplony przy niezbyt niskiej temperaturze i damy mu się ulotnić naokoło wężownicy, w której płynie gaz trudniejszy do skroplenia, następnie użyjemy tego drugiego już skroplonego w taki sam sposób, dojdziemy do temperatury tak niskiej, że skroplimy tlen, azot, wodór, powietrze atmosferyczne i wszystkie inne gazy, takim sposobem atoli otrzymamy tylko nader małe ilości cieczy. Dla skroplenia powietrza atmosferycznego, potrzebne byłoby jednorazowe ściśnięcie takowego do 800 atm., podług formuły p. Thomsona i Joula bowiem, temperatura spada o  $\frac{1}{4}$  stopnia na każdą atmosferę dodatkowego ciśnienia. Pan Linde z Monachium skombinował aparat, za pomocą którego, stopniowo ściskając i ekspandując powie-



trze w trzech koncentrycznych rurach, produkuje się w godzinę jeden litr cieczy, przy zużyciu  $3\frac{1}{2}$  KP. Najnowszy tego rodzaju aparat, Amerykanina Triplera, przy 50 KP., skrapla jakoby w godzinę 150 litrów. Przy następnym ulatnianiu powiększa się objętość o 748 razy. »Liquid Air Power and Automobile Co.« wybudowało samochód poruszany zapomocą płynnego powietrza. Wielkie nadzieje pokładane w płynnym powietrzu jako zapasie energii, mianowicie możność »magazynowania« siły odległych potężnych wodospadów centralnej Afryki i t. p., nie ziściły się dotychczas, koszt produkcji bowiem jest jeszcze za wysoki.

Powyższe dane przytoczyliśmy »pro memoria«. Przy tak stosunkowo słabem źródle energii jakim są wiatraki, napotka się niezawodnie, niektóre dodatkowe techniczne trudności przy użyciu powietrza ściśniętego, lecz zato produkcja energii nie wymaga materiału opałowego i siłę wiatrakom nagromadzoną na wysokiej górze, można następnie rurami odprowadzić na dowolną odległość.

Przyjmując w rachubę niedokładności dzisiejszych kompresorów, i następnie znaczny rozchód ściśniętego powietrza w małych silnicach, możemy liczyć, że stosunek między siłą wiatraka i końcowym rezultatem nie będzie mniejszym od 2,1 : 1. Wyrażając to cyframi, wyniesie koszt budowy wiatraka horyzontalnego z żaluzjami, o normalnej sile 25 KP. (przy  $V=5$  m/s.), z kompletną transmisją . . . . . 1200 rubli  
 50 m. rur, zbiorniki i armatura . . . . . 5100 «  
 Kompresory (40 atm.) . . . . . 1800 «  
8100 rubli.

Z tego wynika:

10% na amortyzacją i t. p. . . . . 810 rubli  
 Remont i smary . . . . . 500 «  
Rocznie . 1310 rubli.

Przyjmując dalej, że suma pracy wiatraka wyniesie rocznie

3000 godzin, czyli 75000 KG., których energia nagromadzona pod postacią ściśniętego powietrza da nam następnie (2,1 : 1) — 35714 KG. rzeczywistej pracy, siła jednego konna parowego kosztować nas będzie  $1310 : 35714 = 3,7$  kop. w godzinę czasu.

Abonenci komp. Popp w Paryżu, płacą po 2 centymy za 1 m<sup>3</sup>. powietrza prężności atmosferycznej, co stanowi przy najczęściej używanych małych silnicach rotacyjnych, z rozchodem godzinnym około 22 m<sup>3</sup>. = 44 centymy = 16,28 kop. W obu wypadkach koszt samego motoru identyczny.

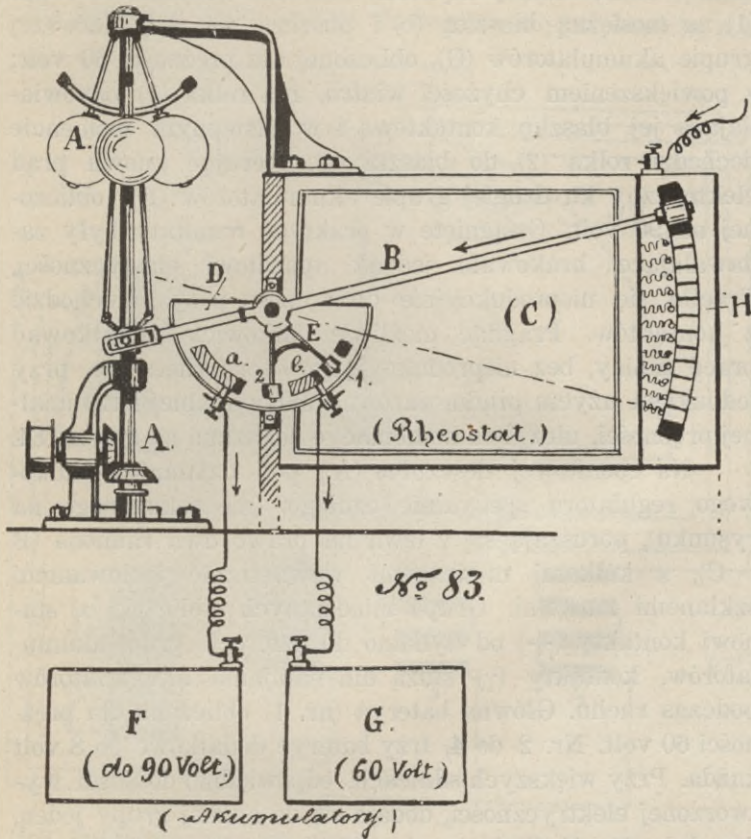
Dla planowania i następnego montowania instalacji elektrycznej, prawem wymaganą jest obecność specjalisty elektrotechnika, nie miałoby więc celu powtórzenie teorii działania machin dynamo-elektrycznych. W głównych zarysach interesują nas przeważnie następujące momenty:

Każdy »generator«, czyli »dynamo« budują dla prądu pewnej prężności, przy ściśle określonej liczbie obrotów, wszelako zaczyna on działać już przy obrotach wolniejszych, (o jakie 25 %) z przyspieszeniem zaś takowych, rośnie prężność i może dojść do niebezpiecznej dla linii i dla samego generatora wysokości. Każdorazowej liczbie obrotów odpowiada pewna prężność prądu.

Akumulatory łączą po kilkanaście, lub kilkadziesiąt, stosownie do normalnej roboczej prężności generatora, licząc jeden akumulator na każde dwa volty. Jeżeli prężność przewyższy tę normę, następuje gwałtowne wydzielenie gazów, rozcieńczony kwas siarkowy w akumulatorach zdaje się kipić, same akumulatory zaś psują się i mogą być nawet całkiem zniszczone. Nabijanie i wyładowywanie akumulatorów są sobie kierunkiem przeciwne. Prąd elektryczny płynie od punktu z prężnością wyższą od punktu z niższą prężnością, wskutek czego, przy zwolnieniu obrotów generatora, popłynie nagromadzona w akumulatorach energia napowrót i natychmiast zepsuje dynamo, następny bowiem prąd z niej płynący będzie kierunkiem przeciwny pierwo-



tnemu. Jest to właśnie główną trudnością do zwalczenia przy użyciu niestałych źródeł energii. Zaproponowano kilkanaście aparatów regulujących, z większym lub mniejszym skutkiem, jednak dotychczas ze względną pewnością polegać można tylko na regulowaniu ręcznym. Dozorca



powinien wciąż stać przed tablicą regulującą, na której, prócz »voltmetru«, momentalnie pokazuje fluktuacje prężności wahanie palącej się lampki.

W r. 1900, podczas wystawy paryskiej, zaproponowałem kombinację pokazaną na rys. nr. 83. Regulator ku-

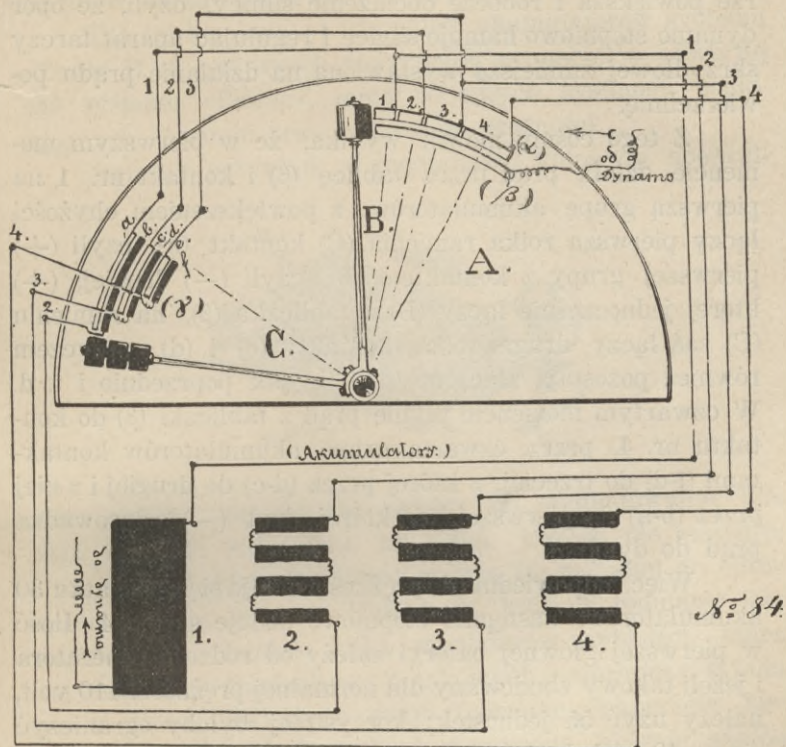
lowy (A), działając na sztabę (B), zastępującą zwykłą rękojeść rheostatu, przesuwa takową po kontaktach (H), stopniowo powiększając opór. Prąd płynie przez rheostat (C), kontakty (H), rękojeść (B), w kierunku wskazanym strzałką ku ebonitowej tabliczce (E), na której po dojściu silnicy do normalnej chyżości, natrafia kontaktowa rolka (1) na mosiężną blaszkę (b) i puszcza tok ku pierwszej grupie akumulatorów (G), obliczonej dla prężności 60 volt; z powiększeniem chyżości wiatru, ma rolka (1) odpowiadającą jej blaszkę kontaktową i w następnym momencie dochodzi rolka (2) do blaszki (a), kierując znowu prąd elektryczny ku drugiej grupie akumulatorów (F), obliczonej na 90 volt. Osiągnięte w praktyce rezultaty były zadowalające, brakowało jednak aparatowi elastyczności. Traciło się nieprodukcyjnie dużo czasu przy przechodzie z kontaktów. Pragnąc możliwie całkowicie zużytkować pracę silnicy, bez nieprodukcyjnego oporu rheostatu, przy jednakim użyciu prądu, zarówno maksymalnej i minimalnej prężności, ułożyłem kombinację pokazaną na rys. nr. 84.

Na ebonitowej desczulce (A), pod działaniem kulkowego regulatora specjalnie czulego, (nie pokazanego na rysunku), poruszają się z lewa na prawo dwa ramiona (B i C), z kółkami mosiężnymi wewnątrz izolowanymi szklanymi rurkami. Grupa miedzianych tabliczek ( $\alpha$ ) stanowi kontakty (+) od dynamo do czterech grup akumulatorów, kontakty ( $\gamma$ ) służą dla nabijania akumulatorów podczas ruchu. Główna bateria (nr. 1) obliczona dla prężności 60 volt. Nr. 2 do 4, trzy baterie dodatkowe po 8 volt każda. Przy większych silnicach, odpowiednio do ilości wytworzonej elektryczności, dodaje się do każdej grupy jeden, dwa, lub więcej kompletów akumulatorów, paralelnie z pierwszymi. Działanie następujące:

Przy wolnych obrotach silnicy, kule regulatora nie podnoszą się i rączka (B) pozostaje nieruchomą, wszystkie więc akumulatory odłączone od dynamo. Z powiększającą się chyżością, stopniowo podnoszą się kule, parte siłą od-



środkową i rączka (B) odpowiednio posuwa się, łącząc jeden ze czterech numerowanych kontaktów z tablicą ( $\beta$ ), prowadzącą (+) od dynamo. Stosunek (C) do (B) i układ tabliczek muszą każdorazowo odpowiadać sile użytego generatora. Dopóki rączka (B) łączy pierwszy kontakt z tablicą ( $\beta$ ), pierwsza rolka rączki (C) posuwa się po ebonicie, a łą-



czy kontakty (a) i (b) grupy ( $\gamma$ ) w chwili przejścia (B) na kontakt nr. 2, następnie łączy jeszcze kontakty (c) i (d) przy przejściu (B) na kontakt nr. 3, a wkońcu kontakty (e) i (f), odpowiadające czwartej grupie akumulatorów.

Przy zwolnieniu ruchu wiatraka, natychmiast powracają rączki, stopniowo zmniejszając ilość złączonych akumulatorów, czyli prężność przeciwdziałającą generatorowi.

Przed dojściem rolki do końca kontaktu nr. 4, tj. w chwili przekroczenia maksymalnej prężności we wszystkich złączonych akumulatorach o jakie 6 volt, zaczyna dzwonić alarmujący dzwonek i obniża się w razie potrzeby prężność ręcznie, zapomocą rheostatu. Zdarza się to nader rzadko, ponieważ powiększenie prężności, w znacznej mierze powiększa i robocze obciążenie silnicy, czyli, że opór dynamo stopniowo hamuje silnicę i regulując aparat tarczy skrzydłowej zmniejsza wystawioną na działanie prądu powierzchni.

Z tego cośmy mówili wynika, że w pierwszym momencie działa prąd przez tablicę ( $\beta$ ) i kontakt nr. 1 na pierwszą grupę akumulatorów, z powiększeniem chyżości łączy pierwsza rolka ramienia (C) kontakt (a), czyli (+) pierwszej grupy z kontaktem (b), czyli (—) drugiej, (+) której jednocześnie łączy (B) z tabliczką ( $\beta$ ), na ramieniu (C) zaś łączy druga rolka kontakty (c) i (d), przyczem również pozostają złączone (a) i (b) jak poprzednio i t. d. W czwartym momencie płynie prąd z tabliczki ( $\beta$ ) do kontaktu nr. 4, przez czwartą grupę akumulatorów kontaktami (f-d) do trzeciej, z której przez (d-c) do drugiej i z niej przez (b-a) do pierwszej, do której drut (—) odprowadza prąd do dynamo.

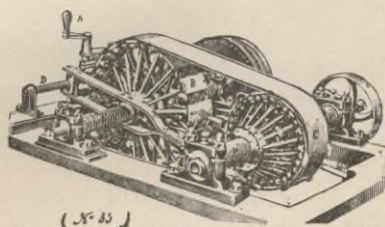
Więc, odpowiednio do prężności nabija się z początku 30 akumulatorów, następnie stopniowo dodaje się po 4. Ilość w pierwszej głównej baterji zależy od rodzaju generatora i jeżeli takowy zbudowany dla normalnej prężności 110 volt, należy użyć 55 jednostek; korzystniej byłoby ograniczyć się na 40, z dodaniem jeszcze jednej, piątej, pomocniczej baterji. Przydłużenie chodu ramion po ebonitowej deszczulce nie przedstawia trudności przy trybowej moltiplikacyi. Można dowolnie zmieniać odstępki dodatkowej prężności, stosować ją jednak należy do ilości jednostek w głównej baterji, nie podwyższając przeciężenia ponad  $\frac{1}{4}$  volt na każdy element, czyli przy 30 jednostkach w pierwszej, można maksymalnie ustawiać po 4 w dodatkowych,



(z powodu odwrotnego działania prądu od akumulatorów na dynamo, o którym mówiliśmy wyżej). Rozdzielki pomiędzy kontaktami grupy ( $\alpha$ ) muszą być możliwie wąskie, zdarzyć się bowiem może, że łącząca rolka ramienia (B) zatrzyma się dłużej na izolowanej przestrzeni między kontaktami, dla prawidłowego następnego działania dynamo zaś należy możliwie unikać przerwszy w robocie.

Dla tej kombinacji używałem akumulatorów systemu »Tudor E. 2«, w trzech pierwszych grupach, w czwartej zaś systemu »Plante«, mniej od innych systemów podlegających zepsuciu przy nadmiarze prężności.

Opisany przyrząd, z regulatorem kulowym specjal-

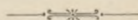


nego układu, jest obecnie podany do opatentowania, dla tego rysunku regulatora tu podać jeszcze nie możemy.

Z amerykańskich silnic nadają się najlepiej do obracania dynamo wiatraki Halladay'a, których regulator jest najczulszym. Istnieje kilka regulatorów szybkości, które się włącza w transmisję. Z takowych najprostszymi składa się z dwóch wklęsłych szajb (concave), naprzeciw siebie stojących. Między nimi wstawiona ukośnie szajba »frykcyjna« zmienia położenie swoje i zarazem stosunek wzajemnego działania obu szajb i przy ręcznym regulowaniu bardzo zadawalająco zmienia szybkość obrotów; potrzebny dla automatycznego działania regulator kulowy nie jest dostatecznie czułym, z powodu rozmachu niezbędnych ciężkich kul.

Rys. nr. 85 przedstawia regulujący aparat francuski,

p. R. de Montais, z szajbami złożonemi z oddzielnych segmentów, rozdających i zwężających się za obrotem korby. Aparat ten za ciężki dla automatycznego regulowania, jest jednak dla dozorczy nader wygodnym i w każdym razie radzimy włączyć go w tranmisję silnicy. Używają go obecnie przy niektórych samochodach.





## SPIS RZECZY.

	Str.
ROZDZIAŁ I.	
Spostrzeżenia meteorologiczne . . . . .	3
ROZDZIAŁ II.	
Przegląd historyczny . . . . .	14
ROZDZIAŁ III.	
Dane zasadnicze. Prace Parent'a, Daniela Bernouilli, Maclaurin'a Eulera, Smeaton'a, Coulomb'a, wyliczenia Hollenberga, Neumann'a etc. Spostrzeżenia profesora La Cour. Działanie »ssące« za tablicami skrzydeł i za żaglami. Pompy wodne w zastosowaniu do wiatraków . . . . .	21
ROZDZIAŁ IV.	
Systemy silnic wiatrowych. Klasyfikacya silnic. Wiatraki »nie- mieckie« (Bockwindmühle): 1) Układu dawnego; 2) Kon- strukcyi używanej w kraju naszym; 3) Ulepszone. Wiatrak żelazny w Cleveland, (Am. półn.), dla oświecenia elektry- cznego. System »holenderski«. Wiatraki na łodziach. Skrzydło kierownicze. Wiatraczek wspomocniczy, (Wind- rose). Silnice żelazne . . . . .	45
ROZDZIAŁ V.	
Silnice »amerykańskie« wieloskrzydłkowe. System Halladay'a. Wyliczenie potrzebnej grubości wału, ramion tarczy etc. Szczegóły konstrukcyi. System »Challenge«, »Champion«, »Ultra-Standard« . . . . .	59

	Str.
System wymijający (a éclipse), Corcoran'a. Turbina wertykalna »Eolienne-Bollée«. Spiralna silnica Leffela. Dito łyżkowa firmy »Mast, Foos & Co«. Silnica »Ideal« Piltera . . . . .	73

ROZDZIAŁ VI.

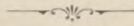
Silnice horyzontalne. Wiatrak lejkowy. Dito z klapami. Dito Beatsona, z żaluzjami. Dito z klapami płóciennemi Flamm'a. Dito potrójna znacznych rozmiarów. System Jacksona. Silnica trójkątna żaglowa Albana. Silnica z zasłoną Rolasona. Turbiny horyzontalne Wolffa, Arndta i innych . . . . .	79
---	----

ROZDZIAŁ VII.

Rusztowanie i wieżyczki. Sumowanie spostrzeżeń . . . . .	91
--	----

DODATEK.

Sciśnięte powietrze. Paryska centrala pneumatyczna kompanii H. Popp. Powietrze płynne. Główne prawidła przy użyciu dynamo. Automatyczny rheostat. Automatyczna tablica regulująca dla nabijania akumulatorów. Regulator obrotów systemu R. de Montais . . . . .	104
---	-----



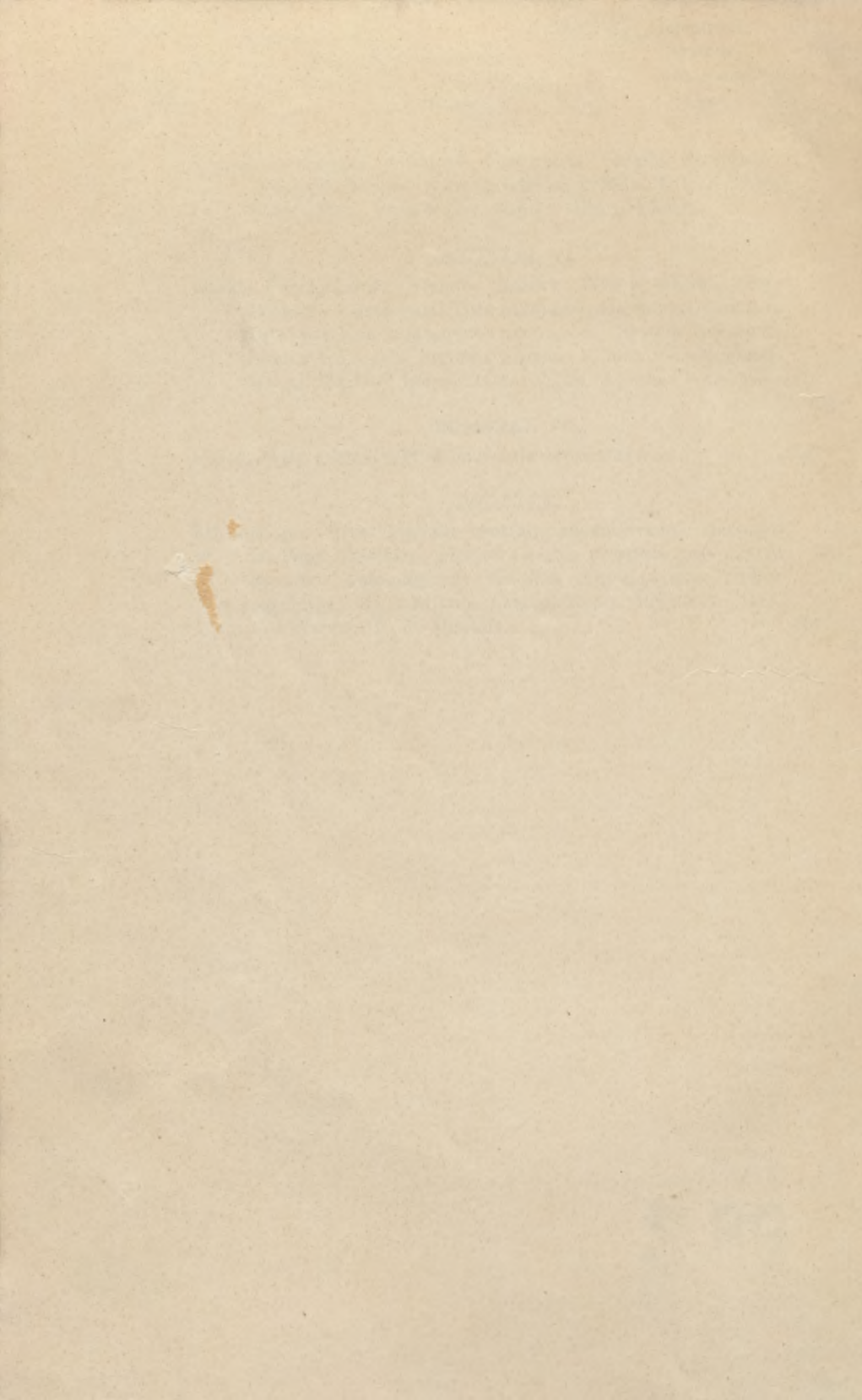
S.93

S.89

S-24











Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-357361



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000325941