PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

Tom XLV. *Warszawa, dnia 17 października 1907 r.* № 42.

Wiatraki i zastosowanie ich do popędu elektrycznego.

Napisał **Stanisław Wysocki**, inżynier.

I.

Historya wiatraków. Przykłady zastosowania do popędu elektrycznego.

Najstarszy silnik, jakim ludzkość się posiłkuje od wielu stuleci, traktowany jest przez współczesną technikę po macoszemu. Podczas gdy udoskonalenie maszyn parowych, gazowych, wodnych i t. p. pochłonęło już i ciągle pochłania ogromny zasób pracy umysłowej, to wiatraki, tak proste w swej budowie, nie mogły doczekać się ani głębszych badań naukowych, ani należytego ulepszenia technicznego. Lekceważono wiatraki dla ujemnych własności, wypływających wprost z istoty tych maszyn, nieodłącznych, nie dających się usunąć żadnem urządzeniem. Silnik wiatrowy bowiem zawsze będzie narażony na przerwy w pracy i zawsze będzie wymagał miejscowości otwartej, wystawionej na działanie wiatru. A jednak pomimo tych stron ujemnych wiatraki znajdują szerokie zastosowanie. W większości wypadków budują je cieśle podług własnego widzimisię lub podług wzorów opartych na miejscowych zwyczajach, przekazywanych z pokolenia na pokolenie.

Jaka jest **historya wiatraków?** Podług wszelkiego prawdopodobieństwa [1]) pierwsze wiatraki zbudowane zostały w bezwodnych stepach azyatyckich, wkrótce po Narodzeniu Chrystusa. W Persyi, za panowania Omara (634 — 644 r.), są już cieśle specyaliści do budowy wiatraków. Do Europy wiatraki przedostały się dopiero po wyprawach krzyżowych; najpierw zaczęto je budować we Francyi (około r. 1105) i w Anglii (około r. 1140), następnie w Niemczech i Holandyi. Pierwszy wiatrak w Niemczech stanął w Spirze (n. Speier) nad Renem w 1393 r. Wiatraki te były już tej samej mniej więcej budowy co i dzisiejsze. Próbowano jednak zmieniać ich ustrój. Tak np. w czasie wojny trzydziestoletniej (1618—1648) stosowano gdzieniegdzie wiatraki o kołach poziomych. W r. 1650 wynaleziono nowy typ używany do dziś dnia i znany pod nazwą „holenderskiego". W stul. XVIII uczeni matematycy pracują nad teoryą wiatraków. Pierwszym badaczem na tem polu był Parent, następnie Pilot i Belidor (1697 — 1761). W r. 1738 Daniel Bernoulli zwraca uwagę, że w wiatrakach czynną jest prędkość wiatru nie rzeczywista, lecz względna czyli wypadkowa, z czego nikt przedtem nie zdawał sobie sprawy. Maclaurin wylicza w 1742 r. pochylenie płaszczyzny śmig, przy którem osiąga się najwyższą pracę. Następnie pracowali nad teoryą wiatraków d'Alembert (1717 — 1783) i Leonard Euler (1707 — 1783). Ten ostatni zauważył między innemi, że parcie pędzące odpowiada różnicy z przedniej i tylnej strony koła, a więc większe jest od rzeczywistego parcia wiatru. Euler nie poprzestawał na obliczeniach teoretycznych, lecz prowadził w Holandyi badania doświadczalne nad wielkim wiatrakiem. Inż. Smeaton w Anglii prowadzi w kilka lat później (1759 — 1766) drobiazgowe i ścisłe doświadczenia z wiatrakiem pędzonym siłą obcą, tak jak wentylator. Podobnemi badaniami zajmował się we Francyi J. Ch. Borda (1733 — 1799).

Z chwilą wynalezienia maszyn parowych uwaga świata uczonego skierowuje się w inną stronę. Wiatraki popadają w zapomnienie. Jeszcze tylko Ch. A. Coulomb prowadzi (1821 r.) mozolne doświadczenia w okolicach Lille (Belgia) nad pięćdziesięciu wiatrakami.

Tymczasem na drugiej półkuli powstaje nowy typ wiatraka, typ „amerykański". Przeniesiony do Europy zaczyna powoli zdobywać prawo obywatelstwa. O ile dawne wiatraki nadal wyrabiane są przez rzemieślników i służą prawie wyłącznie do poruszania młynów, o tyle nowe wiatraki amerykańskie, wyrabiane fabrycznie, znajdują znacznie wszechstronniejsze zastosowanie, a głównie do pompowania wody. Można było już przypuszczać, że czterośmigowe wiatraki stały się przeżytkiem, że zupełne wyrugowanie ich jest tylko kwestyą czasu, — gdy oto w Danii rozległ się niespodziewanie głos protestu, głos obrońcy czterośmigowych maszyn.

Dania, kraj drobnego a udoskonalonego rolnictwa, a przytem kraj ubogi w paliwo i siłę wodną, dawno posiłkowała się wiatrakami. Jak wielką wagę przykładają duńczycy do tego silnika, stwierdza fakt, że rząd rok rocznie wyznacza sumy na prowadzenie badań nad wiatrakami i w tym celu wybudował nawet oddzielną pracownię doświadczalną i dwa próbne wiatraki. Od 1891 r. do 1903 r. doświadczenia te kosztowały 106 tysięcy koron. Kierownik stacyi doświadczalnej prof. la Cour ogłosił wyniki dotychczasowych badań w dziełku, którego treść podług tłumaczenia niemieckiego [2]) przytoczymy poniżej. Prof. la Cour, na podstawie swych doświadczeń, dochodzi właśnie do wniosku, że wiatraki czterośmigowe, zbudowane racyonalnie, są w wielu wypadkach znacznie lepszymi silnikami niż amerykańskie. Szczególniej zaleca je do **popędu elektrycznego.**

W ostatnich czasach dzięki, szybkiemu rozwojowi elektrotechniki, zrodziło się pytanie, czy przy jej pomocy nie dałoby się lepiej niż dotychczas wyzyskać siły wiatru. Wszak w zużytkowaniu sił wodnych elektrotechnika ma nie małe zasługi. Wiatrak na połączeniu z urządzeniem elektrycznem zyskałby ciągłość pracy (przez akumulatory) a samo urządzenie — bezpłatną siłę. Czy takie połączenie jest praktyczne, czy wpłynęłoby ono na rozszerzenie się przemysłu elektrotechnicznego z jednej strony i wydajności wiatraków z drugiej, przesądzać trudno. Jedno jednak można powiedzieć z całą stanowczością: urządzenia takie są już od kilku lat czynne i działają zupełnie poprawnie. W New-Yorku na dachu jednego z domów na Park place ustawiony jest silnik wiatrowy pracujący na oświetlenie. W stanie Ohio, w pobliżu Cleveland, park i willa oświetlone są dzięki wiatrakom. Dr. Nansen przed wyprawą do bieguna północnego urządził na statku „Fram" oświetlenie elektryczne przy pomocy wiatraka. W pobliżu Londynu jeden z wiatraków porusza jednocześnie koła młyńskie i dynamomaszynę. W Montmartre pod Paryżem od wielu lat używany jest wiatrak do ładowania akumulatorów. W 1900 r. w Szlezwigu w okolicach Kappel prowadzone były doświadczenia z wiatrakiem, który dawał oświetlenie w fabryce i poruszał elektromotory [3]). Nadto możemy przytoczyć, że w 1903 r. w Danii urządzenie elektryczne w Askor (przy państwowej stacyi doświadczalnej, czynne było już od dwóch lat, a prócz tego budowały się podówczas dwa inne, mianowicie we wsi Vallekilde i w posiadłości Boesen'a w Askor. Dziś prawdopodobnie jest ich już znacznie więcej. Od 1900 r. w osadzie Büsum (w Holsztynie), liczącej 1500 mieszkańców, działa stacya elektryczna centralna, poruszana wiatrakami [4]). U odbiorców tej stacyi zainstalowano 300 lamp żarowych i silnik 6-cio konny. W Husum (w Szlezwigu) w państwowych warsztatach okrętowych firma „Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft" zbudowała urządzenie elektryczne podług zupełnie innego systemu. Firma „Carl Reinsch" urządziła temu lat kilka instalacyę podług systemu prof. la Cour w majątku hr. Eulenburg'a w Gühlen pod Lindowem, a obec-

[1]) Dane historyczne czerpiemy z dzieła F. Neuman'a „Die Windkraftmaschinen". Lipsk, 1907 r.

[2]) Prof. Paul la Cour: „Die Windkraft und ihre Anwendung zum Antrieb von Elektricitäts-Werken. Leipzig, 1905.

[3]) Przykłady powyższe czerpiemy z broszury A. Daul'a: „Werdende elektrische Gärtnerei im Freien, in Treibhäusern, Wintergärten u. s. w. Magdeburg.

[4]) *E.-T. Z.*, 1907, str. 370.

nie taką samą instalacyę w majątku barona Günther von Carlowitz w Oberschöna pod Freibergiem, w Saksonii. Ta sama firma zbudowała również latarnię elektryczną z wiatrakiem nad brzegami m. Północnego. Przykładów tych chyba wystarczy dla stwierdzenia faktu, że przetwarzanie „siły wiatru“ na energię elektryczną jest praktycznie zupełnie możliwe.

II.

Warunki meteorologiczne (Średnia prędkość wiatru za granicą i u nas; ilość dni wietrznych).

Nie we wszystkich punktach kuli ziemskiej panują jednakowo silne wiatry. Tak np. w miejscowościach nadmorskich oprócz wiatrów peryodycznych i zmiennych panują silne wiatry miejscowe, w dzień od strony morza, a w nocy od lądu. Podobne wiatry miejscowe zauważyć się dają w miejscowościach górzystych. Nie będziemy rozwodzili się nad przyczynami powstawania wiatrów, jak również nie będziemy śledzili ich kierunku, lecz zestawimy tylko dane **średniej siły wiatru** różnych stacyi meteorologicznych. Chodzi nam bowiem o sprawdzenie, czy pod względem siły wiatru kraj nasz znacznie się różni od zagranicy i czy opłaca się nam budowanie wiatraków wogóle, a w szczególności dla popędu elektrycznego.

Poniżej przytaczamy zestawienie średniej prędkości wiatru w *m*/sek. w poszczególnych punktach obserwacyjnych:

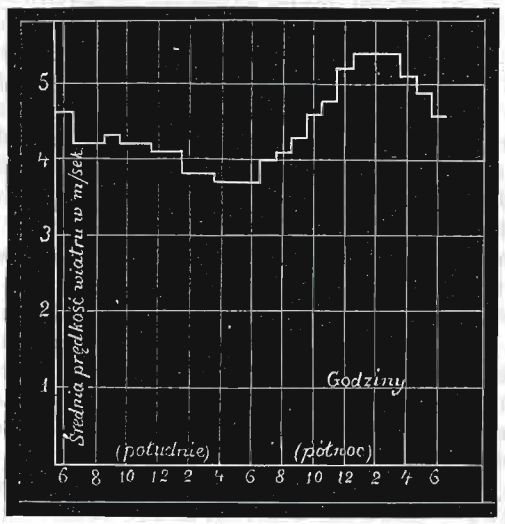
	m/sek		*m*/sek
Helsingfors	6,5	Madryt	4,5
Liverpool	6,5	Melburn (Australia)	4,5
Vlissingen (Holandya)	6,0	Pola (Polinezya)	4,5
Hong-Kong (Chiny)	6,0	Erfurt	4,4
Hamburg	6,0	Berlin	4,4
Kilonia (Kiel)	5,8	Petersburg	4,3
Swinemünde	5,6	Libawa	4,2
Kłajpeda (Memel)	5,4	Malta	4,2
Aberdeen (Szkocya)	5,2	Magdeburg	4,1
Greenwich	5,1	Astrachań	3,8
Brema	5,1	Tryest	3,8
Adelajda (Australia)	5,0	Lugdun (Lyon)	3,6
Bombaj	5,0	Bruksela	3,5
Lizbona	5,0	Moskwa	3,2
Wiedeń	5,0		

Wynika stąd, że średnia prędkość wiatru wynosi od 3,2 do 6,5 *m*/sek. Najsilniejsze wiatry panują nad brzegami morza.

Średnia prędkość w państwie Niemieckiem, obliczona na podstawie dziesięcioletnich obserwacyi we wszystkich stacyach meteorologicznych wypada 4,4 *m*/sek. W Austryi 4,5 *m*/sek.

Obliczenie średniej **siły wiatru w naszym kraju** napotyka na pewne trudności. Przedewszystkiem w spostrzeżeniach meteorologicznych sieci warszawskiej zdarzają się często nieprawidłowości, które — jak mówi Sprawozdanie Stacyi Centralnej w Warszawie za r. 1904[1]) — „pochodzić mogą z jednej strony od niedokładnych lub w porze nieodpowiedniej dokonywanych notowań, z drugiej jednak strony często objaśniają się niewłaściwem położeniem stacyi i miejsca spostrzeżeń“. Wiatromierze umieszczone są w niektórych stacyach „za nizko“, „w pobliżu zabudowań, około drzew“ albo też „chodzą ze znacznem tarciem“ i wskazują mylnie. Naprzykład stacye Rytwiany, Silniczka i Ząbkowice wykazują stale bardzo słabe wiatry. Przy rewizyi stacyi Silniczka znaleziono, że[2]) „notowane dotychczas małe wartości siły wiatru w Silniczce dają się w części wyjaśnić przez wpływ otoczenia wysokich drzew i budowli“.

Powtóre, w sprawozdaniach meteorologicznych naszych stacyi prędkości wiatru notowane są tylko trzy razy dziennie, o godz. 7 rano, 1 w południe i 9 wieczór. Biorąc liczbę średnią z trzech tylko danych, popełniamy błąd dość znaczny, gdyż właśnie w tej porze panują wiatry słabsze. Rys. 1 pokazuje zależność średniej prędkości wiatru od pory dnia podług notowań wszystkich stacyi meteorologicznych w Austryi.



Rys. 1.

Widzimy, że najsłabsze wiatry bywają w dzień o godz. 4—6; najsilniejsze zaś od 1 — 3-ciej w nocy. Gdybyśmy nie mieli wszystkich tych danych, lecz tylko średnie prędkości wiatru o godzinie 7-ej rano 4,2, 1-ej po południu 4,1 i 9-ej wieczorem 4,3 *m*/sek. i na ich podstawie obliczali ogólną prędkość średnią dla Austryi, otrzymalibyśmy 4,2 *m*/sek., gdy w rzeczywistości prędkość ta wynosi 4,5 *m*/sek., czyli o 7% więcej.

Tablica I podaje wykaz prędkości średnich wiatru w poszczególnych stacyach meteorologicznych sieci warszawskiej za ostatnie dziesięciolecie. Dane te obliczyliśmy przez każdorazowe wynajdywanie liczb średnich z trzech notowań dziennych.

Do oznaczenia liczby średniej dla całego Królestwa i kresów musimy uwzględnić dwie poprawki. Przedewszystkiem pominiemy stacye Ząbkowice, Silniczkę i Rytwiany, gdyż notowania tych stacyi są stanowczo błędne. Powtóre, średnią prędkość pozostałych stacyi, wynoszącą 4,36 *m*/sek. zwiększymy o 7%, przypuszczając, iż siła wiatru zmienia się u nas w zależności od pory dnia w taki sam sposób jak i na obszarze państwa Austryackiego. Otrzymamy zatem

Tablica I. Średnia prędkość wiatru.

Stacye meteorologiczne	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	Średnio
Włocławek (gub. Warszawska)	—	—	—	3,30	3,51	4,07	4,03	—	—	—	—	3,73
Ząbkowice („ Piotrkowska)	—	—	—	1,27	1,63	2,34	2,65	2,43	2,33	2,67	2,58	(2,24)
Silniczka („ „)	3,35	3,25	3,19	2,43	2,23	2,04	2,01	1,98	2,13	2,17	1,84	(2,42)
Oryszew („ Warszawska)	—	6,30	6,11	4,57	4,70	4,62	4,21	—	—	—	—	5,08
Warszawa („ „)	—	4,87	5,06	4,56	4,53	4,43	4,45	4,69	5,07	5,38	5,06	4,81
Rytwiany („ Radomska)	—	—	—	—	1,39	1,36	1,33	1,55	1,84	2,17	—	(1,61)
Nałęczów („ Lubelska)	—	—	—	—	—	3,53	3,03	3,20	3,51	3,68	3,15	3,35
Pińsk („ Mińska)	4,69	4,72	4,96	5,60	5,00	—	—	—	—	—	—	5,00
Strzelniki („ Podolska)	—	—	3,94	3,21	2,75	4,49	5,32	—	—	—	—	3,94
Olszana („ Kijowska)	—	—	—	—	4,24	4,41	—	4,90	4,86	4,70	4,44	4,63

[1]) Str. 11. [2]) Tamże, str. 20.

4,66 *m*/sek. jako prawdopodobną prędkość środnią wiatru w naszym kraju.

Nie możemy jednak poprzestać na obliczeniu prędkości średniej. Zajmuje nas jeszcze pytanie, ile dni w roku wiatrak może pracować, ile dni bywa bezwietrznych i na jaką prędkość mamy obliczać normalną moc wiatraków. Podajemy tu

Tablica II.

Ilość dni w roku z wiatrem o prędkości 3 *m*/sek.

Stacye meteorologiczne	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	średnio
Włocławek.	—	—	—	299	313	319	321	—	—	—	—	313
Ząbkowice	—	—	—	154	227	293	296	266	289	299	281	(263)
Silniczka	252	266	262	225	239	223	200	218	180	168	150	(217)
Oryszew	—	359	332	308	312	306	262	—	—	—	—	313
Warszawa	—	354	365	350	345	349	352	353	357	364	362	355
Rytwiany	—	—	—	—	152	152	120	127	135	175	-	(143)
Nałęczów	—	—	—	—	—	314	254	300	308	330	298	301
Pińsk	340	346	344	352	334	—	—	—	—	—	—	343
Strzelniki	—	—	280	255	254	306	339	—	—	--	—	287
Olszana	-	—	—	—	332	334	—	333	341	328	333	333

Tablica III.

Ilość dni w roku z wiatrem o prędkości 5 *m*/sek.

Włocławek.	—	-	—	182	233	226	218	—	—	—	—	215
Ząbkowice.	—	—	—	68	103	137	142	101	122	127	119	(115)
Silniczka	144	113	121	105	97	96	83	93	84	82	60	(98)
Oryszew.	—	310	263	196	203	209	196	—	—	—	—	229
Warszawa	—	263	286	256	258	271	253	279	293	304	277	274
Rytwiany	—	—	—	—	69	69	58	50	58	80	—	(64)
Nałęczów	—	—	—	—	—	187	125	151	160	186	162	162
Pińsk.	250	239	268	297	260	—	—	—	—	—	—	263
Strzelniki	—	—	192	176	137	205	260	—	—	—	—	194
Olszana	—	—	—	—	256	261	—	278	275	253	259	264

Tablica IV.

Ilość dni w roku z wiatrem o prędkości 8 *m*/sek.

Stacye meteorologiczne	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	Średnio
Włocławek.	—	—	—	74	77	85	90	—	—	—	—	81
Ząbkowice	—	—	—	10	12	10	22	10	16	16	8	(13)
Silniczka	72	38	53	27	18	13	17	14	18	23	6	(27)
Oryszew.	—	179	171	142	120	115	112	—	—	—	—	140
Warszawa	—	93	125	97	93	83	77	86	99	123	103	98
Rytwiany	—	—	—	—	14	16	14	8	18	28	—	(16)
Nałęczów	—	—	--	—	—	62	50	53	65	83	56	62
Pińsk.	133	127	136	171	145	—	—	—	—	—	—	142
Strzelniki	—	—	116	84	70	126	150	—	—	—	—	109
Olszana	—	—	—	—	96	107	—	145	148	134	106	123

trzy tablice wykazujące ilości dni, w których wiatr dochodził względnie przekraczał 3 *m*/sek. (tabl. II), 5 *m*/sek. (tabl. III) i 8 *m*/sek. (tabl. IV). Ponieważ opieraliśmy się na notowaniach podawanych dorywczo trzy razy dziennie, przeto liczby nasze muszą być mniejsze od rzeczywistych. Odrzuciwszy dane tyczące się stacyi: Ząbkowice, Silniczka i Rytwiany, otrzymamy dla naszego kraju średnio:

321 dni rocznie z wiatrem o prędkości powyżej 3 *m*/sek.
229 „ „ „ „ „ 5 „
108 „ „ „ „ „ 8 „

W Niemczech liczą mniej, a mianowicie: 250—300 dni z wiatrem 3 *m*/sek., 170—180 dni z wiatrem 5 *m*/sek. i 60—70 dni z wiatrem 8 *m*/sek.

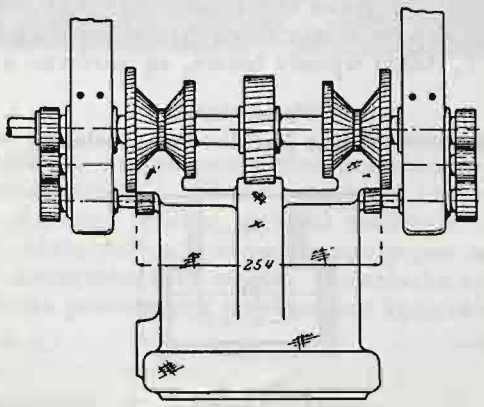
Reasumując wszystko dochodzimy do wniosku, że warunki klimatyczne u nas są bardzo sprzyjające dla wiatraków, a w żadnym razie nie gorsze niż w Niemczech i Austryi. W warunkach pod tym względem lepszych znajdują się tylko miejscowości nadmorskie. Niektóre zaś okolice naszego kraju (np. stacye: Pińsk, Oryszew) mają tak silne wiatry, że dorównywają nawet miejscowościom nabrzeżnym. (C. d. n.)

Cechy zasadnicze przemysłu maszynowego w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej.

VIII. Frezowanie [1]).

Jakkolwiek frezarki wskutek im właściwego urządzenia narzędzi ostrych (tnących) mogą niekiedy wykonywać powierzane im roboty w czasie nierównie krótszym, jakby się to osiągnąć dało z pomocą heblarek, to jednak orzeczenia niektórych autorów, że heblarki, pilarki i przebijarki wogóle wkrótce całkowicie wyjdą z użycia, gdyż zastąpić je będzie można w zupełności frezarkami, okazały się nieuzasadnionemi [2]). Wprawdzie przy wyrobie gromadnym (masowym) przedmiotów niewielkich, jak np. części składowych broni palnej, maszyn do szycia i t. p., frezarki z powodu właściwego im pośpiechu, przedstawiają poważne korzyści w porównaniu z heblarkami, zwłaszcza tam, gdzie cena robocizny jest wysoka, lecz w wielu wypadkach dokładność roboty wymaga współudziału heblarek. Nadto przy wielu poważniejszych dziełach wymagających frezów znacznych wymiarów, trudności ich wyrobu a zwłaszcza hartowania, olbrzymio wzrastają, przez co podobne roboty, niezależnie od znacznych kosztów nabycia i utrzymania drogich frezarek, nie posiadają a nawet posiadać nie mogą cech dokładności w stopniu pożądanym. A gdyby nawet sam frez posiadał kształt zewnętrzny ze wszech stron prawidłowy, to drganie wałka stanowiącego jego oprawę i podporę oraz możliwe ustępowanie (wyginanie) przedmiotu, są już powodem iż on schodzi z obrabiarki pokrzywionym, potrzebując przez to dalszych poprawek. Z tych więc względów jeden z doświadczeńszych przemysłowców amerykańskich V. F. Prentice, Worcester, Mass. wypowiedział o frezowaniu zdanie następujące: „Frezarek nie należy stosować w tych wypadkach, w których wymagana jest dokładność

Frezowanie łóż tokarnianych;
Warner & Swasey Co., Cleveland, O.



Rys. 1.

wyrobu, oraz gdy robota wskutek oprocentowania i umarzania maszyn jako też nabycia i utrzymania frezów wypada zadrogą“. Wyjątki od tej zasady dają się zauważyć tylko co do przedmiotów okazowych, nie będących przeciętnymi wyrobami przemysłowymi. Na uwagę zasługuje jednak wypadek następujący, dowodzący sprawności frezarek także przy prawidłowych robotach warsztatowych. W fabryce Warner & Swasey Co., Cleveland O., wyrabiającej głównie tokarki do obrabiania mosiądzu, łoża tokarniane przygotowywane są na frezarce, zbudowanej na podobieństwo heblarek, posiadającej dwa boczne kozły, pomiędzy którymi przesuwa się zwy-

[1]) Rozdział VII niniejszego streszczenia rozprawy inż. P. Möller'a podaliśmy w № 2 r. b.

[2]) Tak np. W. Knabbe w dziele swojem: „Fräser und deren Rolle bei dem derzeitigen Stande des Maschinenbaues“ (1893 r.) zapowiadał, że wprowadzenie frezarek jako narzędzia uniwersalnego, mającego zastąpić heblarki, przebijarki, a po części i tokarki jest tylko kwestyą czasu.