

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

Tom LI.

Warszawa, dnia 6 listopada 1913 r.

№ 45.

PREŚĆ: *Zwierzchowski S.* Rozwój amerykańskich turbin wodnych na niskie spadki. — *Kucharzewski F.* Kiedy pojawili się technicy w Polsce i którymi z poprzedników naszych pochlubić się możemy? [dok.]. — Wiadomości techniczne i przemysłowe. — Z towarzystw technicznych. — Kronika bieżąca.

Architektura. Tanie mieszkania m. Paryża. — Ruch budowlany i Rozmaitości. Z 7-ma rysunkami w tekście.

Rozwój amerykańskich turbin wodnych na niskie spadki.

Napisał Stanisław Zwierzchowski, profesor Uniwersytetu Stanu Michigan (St. Zjedn. Am. Półn.).

Kiedy z nastaniem ery przemysłowej powstała potrzeba coraz to silniejszych i szybszych maszyn i silników, koła wodne, które przez wieki całe świetnie oddawały ludzkości usługi, okazać się musiały nieodpowiednimi do nowych zadań. Stosunkowo bowiem tylko bardzo niskie spadki wodne można było zapomocą nich wyzyskiwać ekonomicznie, a budowane na większe siły koła wodne stawały się zbyt wielkie, co koszt ich znacznie podnosiło, liczbę zaś obrotów i tak już bardzo małą, jeszcze bardziej zmniejszało. Zaczęto więc z końcem ośmnastego, a jeszcze więcej z początkiem wieku dziewiętnastego oglądać się za nowymi silnikami wodnymi. Stopniowo powstaje też wielka ilość nowych, na ogół nie bardzo szczęśliwych pomysłów, lecz, mimo że w niektórych z nich już zastosowano te same prawa hydrauliczne, które obecnie stosuje się w turbinach wodnych, mimo, że już w r. 1754 sławny matematyk i hydraulik Leonard Euler ogłasza swą teorię reakcji, czyli podstawową teorię turbin, pierwszą turbinę wodną w dzisiejszym słowa tego znaczeniu zbudowano dopiero w r. 1827. Twórcą jej był francuski inżynier Fourneyron.

Najważniejszą rzeczą, tą właśnie, która według dzisiejszych pojęć, stanowi nieodzowną część turbiny, było koło zasilające, czyli kierownicze—koło, umieszczone na wewnętrznym obwodzie koła biegowego (turbina Fourneyrona była bowiem turbiną odśrodkową), zaopatrzone w łopatki kierownicze, nadające wodzie wpadającej do koła biegowego pewien kierunek.

Po pierwszej turbinie, ustawionej w Pont sur l'Ognon, zbudował Fourneyron wiele innych na spadki od 0,2 m do 100 m wysokości, osiągając od 80 do 85% sprawności, a uwieńczył niejako swe dzieło turbiną zbudowaną w r. 1837, i ustawioną w St. Blazier w lesie Czarnym. Koło tej turbiny miało tylko 300 mm średnicy i 6 mm wysokości u wlotu, a wytwarzało przy spadku wysokości 100 m—30 k. m. przy 2250 obrotach na minutę i 85% sprawności. Było to sensacją dnia dla ówczesnych techników i uczonych, którzy, przyzwyczajeni do wielkich, wolno obracających się kół wodnych, nie mogli pojąć, jak koło tak małe tyle mogło wytwarzać energii. Nie zdawano sobie wówczas sprawy z tego, że turbina ta pracowała przy spadku kilka razy wyższym od wyzyskiwanych poprzednio zapomocą kół wodnych. Nie zdawano sobie sprawy również i z tego, że, gdy wielkie wymiary kół wodnych źle, bo tylko w nieznacznej części, były spożytkowywane (kilka bowiem tylko łopatek wypełnionych było wodą od razu), rozmiary turbiny Fourneyrona wyzyskane były całkowicie (całe koło było wypełnione wodą). Wkrótce jednak wobec faktów stwierdzonych doświadczalnie, a sprawdzonych teoretycznie, przypomniano sobie bowiem teorię Eulera, oswojono się z tymi nowymi silnikami wodnymi, czyli turbinami, jak je dla odróżnienia od kół wodnych nazwano. Zaczęto też lepiej pojmować znaczenie wysokości spadku wodnego i jej wpływu na siłę, względnie na wymiary turbin. Wkrótce rozpoczęła się ożywiona praca naukowa, wynalazcza i konstruktorska przeważnie we Francji i Niemczech, której owocem były turbiny Jonvala (r. 1837), Zuppingera (r. 1844), Schwamkruga (r. 1848), Girarda (r. 1851) i Haenela (r. 1861).

Więść o wynikach osiągniętych przez Fourneyrona przedostaje się do Ameryki, gdzie również gwałtownie poszukiwano silnika wodnego, odpowiadającego nowym wymaganiom. W roku 1843 buduje inżynier E. Morris z Filadelfii

pierwszą turbinę Fourneyrona dla przędzalni w Rockland nad rzeką Brandywine w stanie Delaware, ogłaszając równocześnie w czasopiśmie Instytutu Franklina wyczerpujące sprawozdanie francuskiego generała A. Morrina z prób poczynionych w r. 1837 nad turbinami zbudowanymi przez Fourneyrona. W ślad za Morrisem idą inni, pomiędzy innymi inżynier Uriah Boyden z Bostonu, który w r. 1844 buduje dla jednej z firm tkackich w Lowell w stanie Massachusetts turbinę typu Fourneyrona na 75 k. m., osiągając 78% sprawności. W dwa lata później buduje on trzy nowe turbiny na 190 k. m., osiągając niezmiernie wysoką sprawność, bo aż 88%. Turbiny te zadecydowały o losie kół wodnych używanych w Lowell, których sprawność wynosiła średnio 60%, a które zarzucono przy przerabianiu zakładów wodnych. Turbiny Fourneyrona budował początkowo Boyden aż do r. 1849; później zaś sławny amerykański hydraulik James B. Francis, główny inżynier firm w Lowell. Francis miał znakomitą sposobność zapoznania się z turbinami Fourneyrona—z ich budową, zaletami i wadami, gdyż przypadało mu w udziale ich budowanie, ustawianie, wypróbowanie i prowadzenie w ruchu. Sprzyjające okoliczności pomogły mu też do posunięcia naprzód o jeden krok doniosły rozwoju turbin wodnych, a mianowicie do zastąpienia turbiny odśrodkowej przez dośrodkową.

Już w r. 1847 rozpoczyna Francis swe doświadczenia z małym modelem turbiny dośrodkowej, które wypadają ku zupełnemu jego zadowoleniu, a w r. 1849 buduje swą sławną turbinę, ustawioną w „Boot Cotton Mills“ w Lowell, osiągając 79% sprawności. Wprawdzie myśl turbiny dośrodkowej nie była oryginalna. Proponował ją, według samego Francis, Poncelet już w r. 1827, a Amerykanin Howd otrzymał nawet patent na nią w r. 1838. Zbudowano też przeważnie z drzewa, wiele turbin Howda, konstrukcyi bardzo pierwotnej, a pod niejednym względem wprost błędnej. Mimo to technika uważa Francisza za ojca turbiny dośrodkowej. On to bowiem, jako wytrawny konstruktor, przebudował ją znakomicie, stwierdził doświadczalnie z wielką skrupulatnością jej praktyczność, i wreszcie rozpoczął jej wytwarzanie przemysłowe, tak, że można go uważać za prawdziwego twórcę nowej ery w budownictwie turbin wodnych.

Trudno dziś osądzić, czy prosta wrażliwość na nowości, tak charakterystyczna u Amerykanów, czy też istotne przekonanie o wielkich możliwościach rozwojowych nowego typu było powodem, że tak znaczna część ówczesnych fabryk podjęła budowę turbin dośrodkowych. Sądząc z zapału, z jakim się do tego zabierano, jako też i z wytrwałości z jaką dążono naprzód mimo wielkich przeszkód i częstych niepowodzeń, przyjąć można, że co najmniej intuicyjnie rozumiano wartość turbin Francisza jako turbin przyszłości. O tem żeby z zupełną pewnością miano sobie z tego zdawać sprawę, może być nie może z dwóch przyczyn. Po pierwsze najważniejsze zalety turbin Francisza uwidoczniły się dopiero później, kiedy z coraz znacześniejszym wyzyskiwaniem sił wodnych coraz to trudniejsze zjawiały się zadania, którym turbina Francisza świetnie sprostała, a po drugie dlatego, że w tych czasach nie było w Ameryce wielu inżynierów myślących naukowo, a jeszcze mniej takich, którzy zapoznali się z teoretyczną stroną budowy turbin wodnych, już dość dobrze opracowaną podówczas w Europie. Francis sam nawet często odczuwał brak znajomości teorii turbin. Zresztą ci, którzy

podjęli się budowania turbin dośrodkowych, nie byli wcale ludźmi typu Francisa—byli to sobie (i o tem zapominać nie należy, oceniając ich zdobycze) prości mechanicy fabryczni, zazwyczaj modelarze, nie posiadający, prócz najelementarniejszego wykształcenia ogólnego i dobrej znajomości swego rzemiosła, żadnego technicznego wykształcenia. Zato byli to ludzie o wybitnie rozwiniętym zmysle technicznym, analizujący zjawiska hydrauliczne „chłopskim rozumem“ i odnajdujący drogi prowadzące do celu zapomocą zwykłego empiryzmu lub intuicyjnie. Niektórzy z nich doprowadzili *sztukę* budowania do takiej doskonałości, że z kawała drzewa wyciosali umieli najbardziej złożoną łopatkę, osiągając przytem pożądaną wyniki. Oczywiście nie od razu do tej doskonałości doszli oni. Trzeba było wielu lat ciężkiej i mozolnej pracy z ich strony i wielkich nakładów kapitału ze strony firm, by dojść do celu. Co „chłopski rozum“ lub intuicyja dyktowała, trzeba było sprawdzać doświadczalnie. Budowano więc model turbiny i posyłało do stacyi doświadczalnej do wypróbowania; jeżeli wynik prób był zły, zarzucano dany model i budowano inny; jeżeli był względnie dobry, starano go się ulepszyć według metody amerykańskiej „cut and try“, czyli „rób i próbuj“. Po spróbowaniu pierwszym robiono systematyczne zmiany w jednym kierunku, wypróbowując każdą tak długo, aż przestawała ona być ulepszeniem; potem robiono zmiany w kierunku innym według tej samej metody, aż osiągnięto upragniony cel, którym zawsze było pobicie, albo przynajmniej zbliżenie się do rekordu najlepszego współzawodnika.

Sposób ten zachował się u niektórych firm prawie ze w niezmienną formę aż do dnia dzisiejszego, gdy inne, więcej postępowe firmy, uznając wartość znajomości teorii, mają dziś konstruktorów, w europejskim słowa tego znaczeniu, opierających budowę turbin na nauce. Zawsze jednak, przynajmniej o ile idzie o turbiny na niskie spadki wodne—stacya doświadczalna odgrywa w Ameryce wielką rolę. Ona bowiem i obecnie nie tylko decyduje, czy można poprzestać na osiągniętych wynikach, zadowolając dostatecznie siebie i odbiorcę, ale i stanowi w dalszym ciągu drogowskaz do dalszych ulepszeń i pożądaných w tym celu zmian. I dziś bowiem wypróbowuje się doświadczalnie skutek zmian w budowie łopatek i w proporcjach ogólnych; czyni się to bardziej intelektualnie, niż intuicyjnie, analizując teoretycznie wyniki prób dokonanych i obliczając, bądź starając się obliczyć uprzednio, jakie przypuszczalne zmiany doprowadzą do upragnionego celu. Naukowe doświadczenia zastępują czysty empiryzm.

Rozwój turbin dośrodkowych był od samego początku związany z postępowaniem na polu budowy typów na niskie ciśnienia. Wyzyskiwano bowiem wówczas na większą skalę jedynie niskie spadki wodne, a praktyka w tym względzie nie uległa żadnej poważnej zmianie przez czterdzieści lat następnych. Dopiero około r. 1890 zaczęto w poważny sposób wyzyskiwać spadki wysokie. Od tego też czasu mamy równoległe z rozwojem typu na niskie ciśnienia, także i rozwój typu na ciśnienia wysokie, którym jednak bliżej się zajmować nie będziemy w niniejszej pracy.

Rozwój turbin wodnych, jak i każdej innej maszyny, jest zależny od wymagań stawianych przez ogólny rozwój techniki. Najcharakterystyczniejszą cechą tych wymagań było i jest po dziś dzień dążenie do coraz to większych mocy i prędkości. Hasło powyższe kierowało głównie budową turbin wodnych w Ameryce.

Ażeby ocenić należyte postępy dokonane w tym kierunku i zrozumieć, że drogi, któremi kroczone naprzód, były zupełnie naturalne, wypada zastanowić się, choć ogólnikowo tylko, nad stosunkiem wymiarów i proporcji turbiny wodnej do jej prędkości i mocy, bądź do ilości wody, którą może ona wyzyskać.

Oznaczając przez D średnicę koła biegowego w metrach, przez n liczbę obrotów na minutę przy normalnym biegu, t. j. przy najwyższej sprawności, a przez v prędkość obwodową koła, otrzymamy wzór

$$n = \frac{60 v}{\pi \cdot D}$$

Normalna prędkość obwodowa v zależy przy spadku o wysokości H m, od kształtu łopatek i sprawności hydraulicz-

nej; zależność powyższą możemy wyrazić przez współczynnik K_v w równaniu

$$v = K_v \sqrt{H}$$

Wstawiając tę wartość do równania poprzedniego, otrzymamy

$$n = \frac{60 K_v \sqrt{H}}{\pi D} = \frac{K_n}{D} \sqrt{H} \quad (1)$$

Turbina danej wielkości i budowy posiada pewną ściśle określoną pojemność, niezem bowiem innym nie jest jak zespołem kilku przewodów o danych pojemnościach. Ilość wody zatem, która przez turbinę może przepływać, zależy jedynie od prędkości przepływu. Jako podstawę do obliczeń możnaby przyjąć sumę przekrojów poszczególnych przewodów w jakimkolwiek punkcie, oczywiście trzeba by i prędkość przepływu wody mierzyć w tem samym miejscu i prostopadle do przekroju. Najwygodniej dla naszych rozważań jest wybrać w tym celu wlot do koła biegowego, przyczem uwzględniamy sumę przekrojów przewodowych na obwodzie zewnętrznym koła i promieniową prędkość wpadającej do niego wody c_r .

Przy średnicy koła D i wysokości wlotu B , powierzchnia wlotu A równa się

$$A = k_1 \pi D B,$$

przyczem k_1 uwzględnia zwężenie rzeczywistego obwodu z powodu grubości łopatek. Wyrażając wysokość koła B w częściach średnicy D zapomocą wzoru

$$B = k_2 D,$$

otrzymamy dla powierzchni A równanie

$$A = \pi k_1 k_2 D^2.$$

Promieniowa prędkość przepływu c_r zależy przy normalnym biegu koła i danym spadku, tak samo, jak prędkość obwodowa v , od kształtu łopatek i sprawności hydraulicznej. Zależność powyższą wyrazić możemy przez współczynnik k_3 w równaniu

$$c_r = k_3 \sqrt{H}$$

Wstawiając tę wartość do równania poprzedniego, otrzymamy dla ilości wody Q , zużywanej przez turbinę w ciągu sekundy, wzór

$$Q = \pi k_1 k_2 k_3 D^2 \sqrt{H} = K_q D^2 \sqrt{H} \quad (2)$$

Wpływ, jaki wysokość spadku H posiada na prędkość i ilość wody zużytej, trzeba wyrugować; wysokość spadku bowiem zawsze jest dana i zmieniać jej nie można. Najdogodniej przeto jest zredukować tak n jak i Q do spadku jednometrowego:

$$n_1 = \frac{n}{\sqrt{H}} = \frac{K_n}{D} \quad (3)$$

$$Q_1 = \frac{Q}{\sqrt{H}} = K_q D^2 \quad (4)$$

Z wzorów powyższych widzimy, że gdybyśmy dla zwiększenia prędkości turbiny n_1 chcieli zmniejszyć średnicę koła D , nie powiększając współczynnika K_n t. j. nie zmieniając zasadniczo proporcji koła, to musielibyśmy zmniejszyć i ilość wody Q_1 . Z drugiej strony widzimy, że powiększając współczynnik K_n , możemy budować na daną liczbę obrotów n_1 koła o większej średnicy D , a więc otrzymać większe Q_1 bez powiększenia współczynnika K_q . Wynika stąd:

- 1) że postęp w kierunku zwiększenia mocy i prędkości pójść musiał drogą zwiększenia współczynników K_n i K_q ;
- 2) że powiększenie jednego z powyższych współczynników nie stanowi w wyniku ostatecznym postępu w zakresie zwiększenia mocy i prędkości.

Przez prosty zbieg okoliczności używano od samego początku dość wysokich współczynników K_n , tak, że przy dzisiaj ogólnie przyjętej klasyfikacji turbin wodnych na wolno, średnio i szybkoobrotowe, już pierwsze turbiny dośrodkowe zaliczyć należy do szybkoobrotowych. Wartość współczynnika K_n dochodziła od samego prawie początku do 64, a nie przekraczano dotychczas naogół 75. Postęp w zakresie wyzyskania współczynnika K_n był mały; postulat zwiększenia mocy i prędkości spełnić musiano przeważnie przez powiększenie współczynnika K_q . Tak też w rzeczywistości się stało.

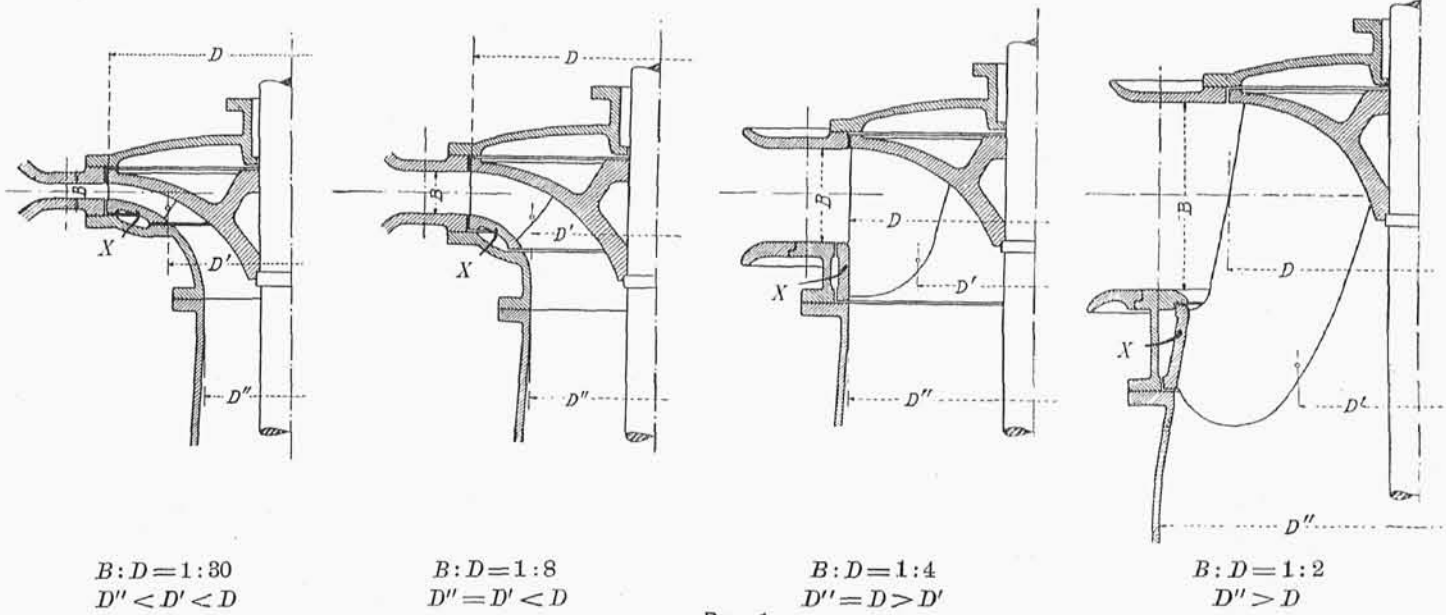
W obecnym stanie rzeczy dzielimy turbiny dośrodkowe co do pojemności mniej więcej w następujący sposób:

turbiny o małej pojemności posiadają K_q od 0,116 do 0,49
 „ „ średniej „ „ „ „ 0,49 „ 1,2
 „ „ wielkiej „ „ „ „ 1,2 „ 2,5

Pierwsza turbina dośrodkowa z r. 1848 miała $K_q=0,196$, turbina zaś z r. 1912, która najlepiej odpowiada sformułowanemu przez nas postulatowi, posiadała $K_q = 3,13$.

Trzy czynniki, a mianowicie: k_1, k_2 i k_3 , zależne od konstrukcji i proporcji koła, składają się na liczbową wartość współczynnika pojemności K_q . Czynniki k_1 , jako bardzo mało zmienny, wywiera znikomą wpływ na K_q ; uwzględniać go nie potrzebujemy. Wpływ czynnika k_3 jest również bardzo mały; używano bowiem od samego początku, dzięki przyjętemu ustosunkowaniu kątów łopatek, dość wysokich dla niego wartości. Pozostaje zatem jako jedyny rzeczywisty czynnik, wpływający na rozwój, zmiana wartości k_2 , czyli stosunku wysokości koła B do jego średnicy D . I rzeczywiście, stosunek ten uległ wielkiej zmianie. W kole Francisa wynosił on 1 : 9,34, gdy u wspomnianej turbiny z r. 1912 wynosił 1 : 1,665.

Jaki wpływ zmiana ta wywarła na kształt koła biegowego, przedstawia rys. 1¹⁾. Aby bowiem dać wodzie dostateczny przepust w każdym miejscu koła, trzeba było wraz ze zwiększającą się wysokością wlotu B powiększać i średnicę



Rys. 1.

wylotu i prócz tego odpowiednio zaokrąglać i rozszerzać pierścienie x , dzięki czemu typ turbiny czysto dośrodkowej zamieniał się stopniowo na turbinę o przepływie *mieszanym* (mixed-flow-turbine); to znaczy na turbinę z dopływem promieniowym i odpływem oraz przyływem mniej lub więcej osiowym. Najnowsze turbiny amerykańskie o wielkiej pojemności, a szczególnie turbiny autora, o których będzie mowa później, mają nawet i dopływ mieszany, gdyż znaczna część wody wpada do koła biegowego w kierunku mniej lub więcej osiowym.

Wiemy już, że, krok naprzód w kierunku zmiany K_n , czy też w kierunku K_q , lub w obu kierunkach od razu, krok taki zawsze będzie postępem w kierunku zwiększonej mocy i prędkości. Chcąc więc ocenić ten postęp dokładnie, powinniśmy połączyć oba współczynniki w jeden. Uczynić to możemy z łatwością, oba one zależą bowiem od średnicy koła D . Mieliliśmy wzory:

$$n = \frac{K_n}{D} \sqrt{H} \dots \dots \dots (1)$$

$$Q = K_q D^2 \sqrt{H} \dots \dots \dots (2)$$

a zatem:

$$D = \frac{K_n}{n} \sqrt{H} = \sqrt{\frac{Q}{K_q \sqrt{H}}} \dots \dots \dots (4),$$

czyli

$$\frac{n}{\sqrt{H}} \sqrt{\frac{Q}{\sqrt{H}}} = K_n \sqrt{K_q} \dots \dots \dots (5).$$

Wzór powyższy możnaby uważać za miarę postępu. Po lewej bowiem stronie równania mamy liczbę obrotów na minutę n i ilość wody zużytej na sekundę Q przy spadku H , a więc te dwie wartości, o których zwiększenie troszczyć się stale—po prawej stronie zaś mamy współczynniki K_n i K_q , które, jak mówiliśmy poprzednio, stanowią o postępie. Zamiast jednak powyższego, przyjęto stosować ogólnie nieco inny wzór, wprowadzony do teorii turbin przez Cammerera, a różniący się tem jedynie, że zamiast ilości wody zużytej, typ wprowadza się moc turbiny $= N \frac{1000 Q H}{75} \eta$. Wstawiając do równania (5) wartość

$$Q = \frac{75 N}{1000 H \eta}, \text{ otrzymamy}$$

$$\frac{n \sqrt{N}}{H \sqrt{H}} = \sqrt{\frac{1000 \eta}{75}} K_n \sqrt{K_q} = K_t = n_s \dots \dots (6).$$

Nowy ten współczynnik znany jest w literaturze europejskiej pod nazwą „charakterystycznej liczby obrotów” n_s . Wprowadzając go do literatury amerykańskiej, daliśmy mu nazwę „type-characteristic”, czyli wskaźnik typu K_t , mając na wzglę-

dzie fakt, że głównym jego celem jest właśnie określenie typu koła biegowego.

Postęp, dokonany w Ameryce od czasu Francisa do chwili obecnej w zakresie tego wskaźnika, jest znaczny, podniesiono go bowiem z 80 do 405. Znaczący to, że dziś jesteśmy w stanie budować turbiny o $\left(\frac{405}{80}\right)^2 = 25,7$ razy większej mocy w porównaniu z kołem Francisa przy tej samej liczbie obrotów na minutę.

Przyjrzyjmy się teraz nieco dokładniej postępowi temu i jego historii na mocy sprawozdań z doświadczeń rzeczywistych. Zaznaczyć przytem wypada, że, omawiając poszczególne turbiny, mamy zawsze na względzie bieg normalny, czyli warunki (Q, H, N i n), odpowiadające najlepszej sprawności η , tę tylko uwzględniając różnicę między turbinami wypróbowanymi przed i po r. 1900, że przy dawnych opieramy się na wartościach zanotowanych przy próbach samych, przy nowych zaś na wartościach otrzymanych po dokładnem wykreśleniu wyników prób, w stosunku do jednego metra spadku i wyszukaniu rzeczywistego położenia najwyższej sprawności.

Turbina Francisa z r. 1849 miała według prób, dokonanych przez Francisa z wielką skrupulatnością, następujące dane:

$D = 2,85$	$\eta = 79,75\%$	$H = 4,07$
$n = 39,18$	$Q = 3,202$	$N = 138,6$
$n_1 = 19,45$	$Q_1 = 1,59$	$N_1 = 16,9$
$K_n = 55,6$	$K_q = 0,196$	$K_t = 80$

¹⁾ Przep. Redak. Czytelników interesujących się bliżej daną kwestyą odsyłamy do pracy tegoż autora: Water Turbines. Contribution to Their Study, Computation and Design. Wyd. The Engineering Society, University of Michigan.

Jak już wspomnieliśmy, po ogłoszeniu powodzenia Francisa wiele firm ówczesnych podjęło budowę turbin dośrodkowych. Niestety, nie posiadamy żadnych sprawozdań z pierwszych lat; to tylko wiemy, że żadnego postępu nie dokonano. Na właściwą drogę wszedł w r. 1858 mechanik warsztatów w Lowell A. M. Swain, budując sześciocalowy model turbiny o przepływie mieszanym. Nie zdażył on jednak ulepszyć swej turbiny na czas, co przeszkodziło mu wziąć udział w konkursie ogłoszonym przez miasto Filadelfię na dostawę turbin wodnych do pędzenia pomp stacji Fairmont.

Do konkursu tego zgłoszono dziewiętnaście turbin różnych typów, między niemi sześć turbin Jonvala, który to typ wprowadził do Ameryki filadelfijski inżynier Emil Geyelin w r. 1851, i siedem turbin dośrodkowych. Zwycięzko z zapasów wyszły turbiny Jonvala, jedna z 87,77% a druga z 82,10% sprawności. Dopiero trzecie miejsce przypadło w udziale jednej z turbin dośrodkowych o 81,92% sprawności. Turbiny Jonvala dały wyniki doskonałe dzięki świetnej ob-

róbce oraz nadwyzczaj subtelnej i teoretycznie trafnej konstrukcji, wykonanej przez inżynierów francuskich sprowadzonych do Ameryki. Wynik konkursu nie wywarł żadnego przynębiającego wrażenia na wytwórców turbin dośrodkowych; nie uważano też prób tych za bardzo ściśle.

Tymczasem Swain udoskonalił swą turbinę o mieszanym przepływie, a nowo zorganizowana firma Swain Manufacturing Co. w Lowell podjęła ich budowę. Po próbach, dokonanych na turbinach Swainowskich różnych wielkości, ustala się ostatecznie przekonanie, że turbiną przyszłości będzie nie inna, jak dośrodkowa ze zmianami, wskazanymi przez Swaina. Z podwojoną energią rzucają się zasobniejszej firmy naprzód. Słabsze upadają, nie wytrzymując współzawodnictwa, wpływając na powierzchnię firmy do dziś znane, jak James Leffel ze Springfield w Ohio, Stillwell i Bierce oraz Stout, Mills i Temple z Dayton w Ohio, T. H. Risdon z Mount Holly w New Jersey i S. Morgan Smith Co. z Yorku w Pensylwanii.

(D. n.)

Kiedy pojawili się technicy w Polsce

i którymi z poprzedników naszych pochlubić się możemy?

(Odczyt, wygłoszony na posiedzeniu technicznym Stowarzyszenia Techników w Warszawie dnia 3 października 1913 r.)

(Dokończenie do str. 575 w № 44 r. b.)

W górnictwie, z inicjatywy Staszica, sprowadzeni zostali wykształceni górnicy z Saksonii i zapoczątkowane odrodzenie kopalń i hut krajowych. W Kielcach ustanowiono główną dyrekcję górnictwa, której naczelnikiem, czyli Oberberghauptmanem był Jan Ulman. W otwartej przy dyrekcji kieleckiej Szkole Akademiczno-Górnictwej wykładali zasłużeni później w górnictwie krajowym: słynny geolog Bogumił Pusch i naczelnik wydziału górnictwa przy Banku Polskim Fryderyk Lempe. Ze szkoły kieleckiej wyszedł późniejszy naczelnik kopalni okręgu zachodniego Józef Cieszkowski. Hieronim Łabęcki, magister prawa Uniwersytetu Warszawskiego, aplikując na wydziale górnictwa w r. 1830, wydawać zaczął *Pamiętnik górnictwa i hutnictwa*. Artylerzysta podczas rewolucji, Łabęcki uzupełnił swe wykształcenie techniczne na emigracji, a wróciwszy po paru latach do kraju, dosłużył się w wydziale górnictwa stanowiska wicedyrektora i zostawił cenne dzieła: *Górnictwo w Polsce* i *Słownik górnictwa*.

W drugiej połowie stulecia odznaczeni się pracami swymi naczelnicy zakładów górnictwa w Królestwie: Jan Marjan Heinpél i Wincenty Choroszewski; w kopalniach olkuskich, odnowiciel sztolni Bolesławskiej i Ponikowskiej i kierownik poszukiwań soli kamiennej, Wincenty Kosiński; wreszcie badacz gór kieleckich i części północno-zachodniej Królestwa Aleksander Michalski. B. prof. Inst. Górn. Zyg.

Wojasław zajmował się robotami świdrowymi w Królestwie. Inżynier fabryki Obuchowskiej w Petersburgu Alfons Rzeszotarski ceniony był jako metalurg. W Galicji pierwszą naftę z ropy miejscowej otrzymał w r. 1853 prowizor apteczny Ignacy Łukasiewicz we Lwowie. Górnik Tytus Trzeciecki założył z Łukasiewiczem i Wiktorem Klobassą pierwszą spółkę naftarską¹⁾. W rozwoju tego przemysłu największe zasługi położył Stanisław Szczepanowski, inicjator przedsięwzięć i robót, w których udział brał także Kazimierz Odrzywolski.

Widzimy z tych wzmianek, że jak wszędzie tak i u nas, technicy pojawili się razem z cywilizacją. Historia wspomina najprzód budowniczych, dalej rzemieślników, górników, rudników, górników, mierników, inżynierów wojskowych, inżynierów cywilnych dróg i mostów, technologów i wreszcie techników. Najdawniejszych dochowały się tylko nazwiska, po wzmiankowanych późniejszych pozostały chlubne pamiątki, w postaci wzniesionych budowli, przeprowadzonych robót, oryginalnych pomysłów, prac piśmienniczych i wykładów szkolnych.

¹⁾ Ob. artykuł d-ra St. Bartoszewicza „Historia i stan ekonomiczny przemysłu naftowego w Galicji“ w *Pamiętniku I Zjazdu Górników Polskich w Krakowie, w r. 1906*. Lwów r. 1907.

PRZYPISKI

w porządku alfabetycznym nazwisk techników wymienionych w Odczycie.

Abakanowicz Bruno (ur. r. 1852, zm. 1900) kształcił się w Politechnice w Rydze, gdzie był asystentem przy katedrze konstrukcji budowlanych i docentem. W r. 1876 został docentem statyki wykreślnej w Politechnice Lwowskiej. Życiorys w książce: *Prace Brunona Abdanka Abakanowicza*, t. I (r. 1907).

Aigner Piotr (ur. r. 1746, zm. 1841) studiował architekturę w Rzymie, do służby polskiej wszedł r. 1782, przebudował fronton kościoła Bernardynów, dokończył budowy obserwatorium w Warszawie, zbudował świątynię Sybilli w Puławach i pierwotny kościół ś-go Aleksandra w Warszawie. Wydał: *Cegielnia nowa* (r. 1788), *Budownictwo wiejskie* (r. 1791), *Krótką nauką o pikach i kosach* (r. 1794), *O świątyniach u starożytnych i słowiańskich narodów* (r. 1811), *Rozprawa o guście* (r. 1812), *Budowy kościołów* (r. 1825). W końcu życia mieszkał we Florencji.

Ankiewicz Julian (ur. r. 1820, zm. 1902), uczeń Idzkowskiego, od r. 1849 budowniczy w Warszawie, budował bibliotekę ordynacji Zamoyckich i gmach Tow. Kredytowego m. Warszawy. Pisał *O piękności w sztuce* (r. 1847). *O architekturze gotyckiej* (*Bibl. Warsz.* 1849, t. IV).

Bakalowicz Jan, geom. przysł. i kr. inż. wojsk., na liście Komisji Wojskowej Obojga Narodów (*Korzon. Wewn. Dzieje Polski* t. V, str. 38) podany jest jako „pułkownik kart geograficznych“ z płacą rocz-

ną 8000 złp. Wydał: *Traité sur le nivellement* (r. 1773) a także: *Essai sur la fortification, Czynności wojenne, Zdanie o pożytku i potrzebie fortec w Król. Pol.* Ob. *Piśmiennictwo techniczne polskie* t. I, str. 127.

Baliński z Balina, lekarz i alchemik w okolicach Krakowa, na początku XVI w., za panowania Aleksandra Jagiellończyka.

Baliński Stefan (ur. r. 1792, zm. 1872) uczył się budownictwa w Uniwersytecie Warszawskim, w r. 1840 został budowniczym gubernialnym w Warszawie a od r. 1845 do 1850 był nauczycielem architektury i perspektywy w Szkole Sztuk Pięknych.

Baranowski Stefan, ur. r. 1817, pozostawał w służbie rządowej w Rosji do r. 1881, Ob. *Planimetry Polskie i ich wynalazcy*.

Belza Józef (ur. r. 1805, zm. 1888), mag. fil. Uniw. Warsz., po r. 1830 nauczyciel chemii i technologii w gimnazjum i w Inst. Marymonckim, zostawił *Zasady technologii chemicznej gospodarskiej* (1840, II-e wyd. 1851), *Krótki rys chemii z zast. do rob.* (r. 1852) i in.

Bernhardt August F. (ur. r. 1804, zm. 1861) magister filozofii Uniw. Warsz., w r. 1829 profesor technologii w Szkole Przyg. do Inst. Politechn., autor *Płóciennictwa* (r. 1842).

Bodaszewski Łukasz (ur. 1849, zm. 1908) kończył akademię techniczną we Lwowie, w r. 1872 inżynier przy budowie kolei Lwów—Stryj, objął asystenturę fizyki w Szkole Politechnicznej lwowskiej.